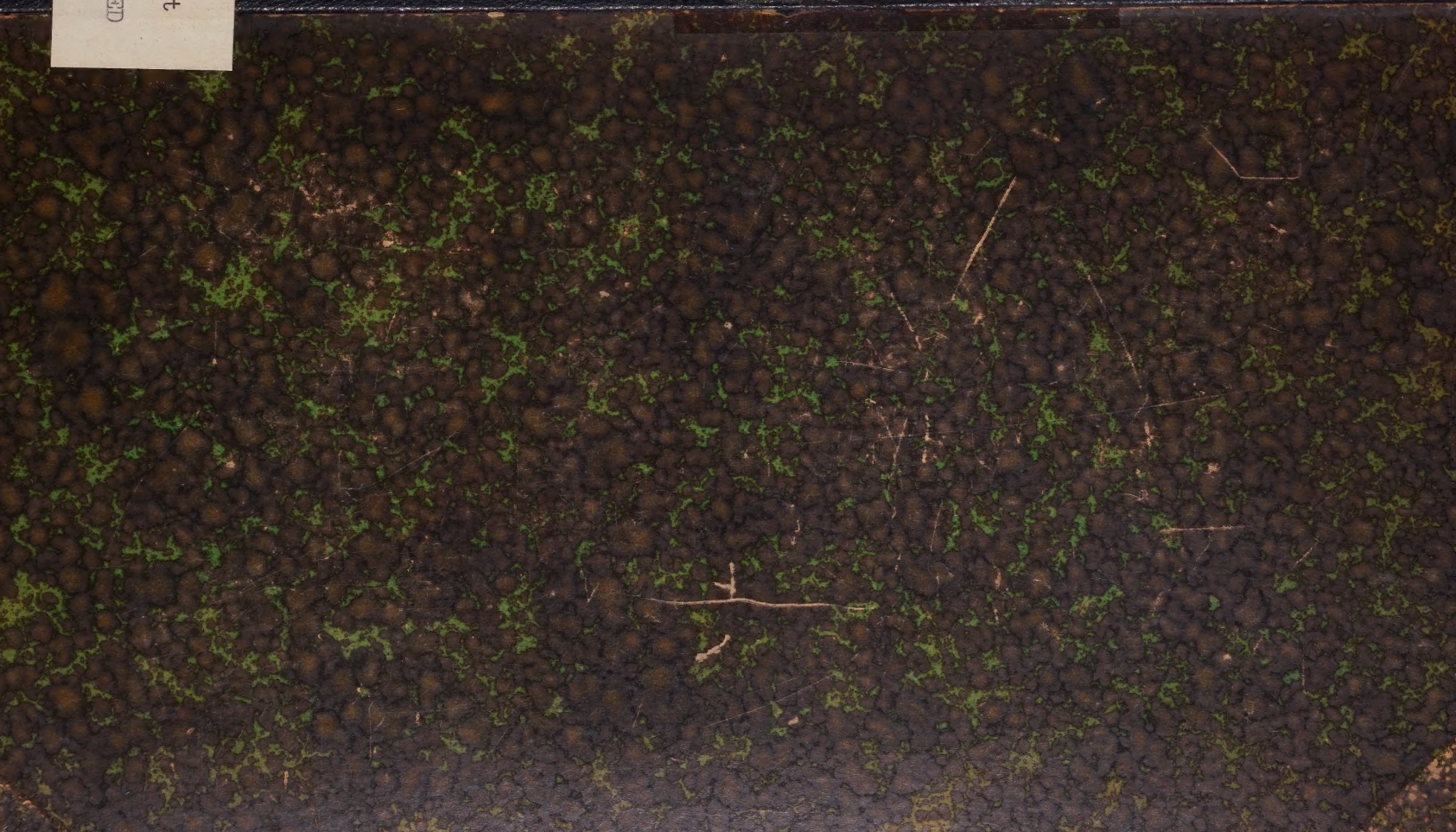
Bot
G
BMED

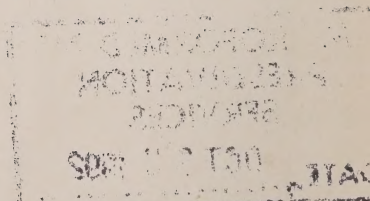
UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00847600 4



A. GRISEBACH

VEGETATION DER ERDE

I.



UNIVERSITY OF TORONTO

DIE

VEGETATION DER ERDE

NACH IHRER KLIMATISCHEN ANORDNUNG

EIN ABRISS

DER VERGLEICHENDEN

GEOGRAPHIE DER PFLANZEN

VON

A. GRISEBACH.

ZWEITE, VERMEHRTE UND BERICHTIGTE AUFLAGE.

ERSTER BAND.

MIT EINER ÜBERSICHTSKARTE DER VEGETATIONSGEBIETE.

MICROFORMED BY
PRESERVATION
SERVICES
DATE OCT 23 1992

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1884.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Uebersetzungsrecht vorbehalten.

3/1481
24/5/96
b

INHALT DES ERSTEN BANDES.

Vorwort S. IX. — Vorwort zur französischen Ausgabe S. XIV.

Die natürlichen Floren . . . . . S. 1.

Gang der Untersuchung S. 1. — Eintheilung der Erde in natürliche Floren 2. — Räumliche Analogie der Organisation. Klimatische Analogie der Organisation 6. — Physiognomische Klassification der Pflanzen 9.

I. Arktische Flora . . . . . S. 15.

Klima. Verhältniss der arktischen zur alpinen Flora S. 15. — Erwärmung des ebenen und geneigten Bodens 16. — Einfluss des Meers auf das Festland 21. — Kürze der Vegetationsperiode 24. — Sommerwärme 27. — Winterkälte 30. — Tageslänge. Klimatische Gliederung der arktischen Flora 34. — Bewohnbarkeit 35. — Geologische Aenderung des Klimas 36.

Vegetationsformen. Grössenverhältnisse der arktischen Pflanzen S. 39. — Form der Laubmoose 41. — Erdlichenen 43. — Wiesengräser 44. — Cyperaceen. Stauden 45. — Sträucher. Weiden- und Rhamnusform 49. — Eriken- und Myrtenform 50.

Vegetationsformationen. Tundren S. 51. — Wiesen 54. — Matten. Gebüsche 54.

Regionen. Schneelinie S. 55. — Regionen in Island und Grönland 56.

Vegetationscentren. Wanderungen der arktischen Pflanzen S. 58. — Ausgangspunkte der Wanderungen 64.

II. Waldgebiet des östlichen Kontinents . . . . . S. 68.

Klima. Umfang des Waldgebiets S. 68. — Verhältniss von Europa zu Sibirien 69. — Vegetationslinien 71. — Klimatische Bedingungen des Baumwuchses 75. — Einwirkung der Wälder auf das Klima 80. — Zonen des See- und Kontinentalklimas 83. — Buchenklima 85. — Klima der russischen Eichenzone 86. — Klima der Fichtenzone 88. — Klima des Amurgebiets und Kamtschatkas 91. — Westliche Vegetationszonen 93. — Zone der Kastanie 96. — Zone der Edeltanne 98. — Zone der Cerriseiche 100. — Pussten Ungarns 102. — Klimatische Grenzen der immergrünen Sträucher 105. — Verhältniss Deutschlands zu den Nachbarländern 107. — Einfluss des solaren Klimas 108. — Klimatische Grenzen der Cerealien 110. — Klimatische Grenzen der Obstbäume 119. — Weinklima 120.

Vegetationsformen. Baumformen S. 122. — Nadelhölzer 126. — Laubhölzer 132. — Rhamnusform 138. — Krummholz. Erikenform 140. — Weidenform 141. — Tamariskenform. Wiesengräser 143. — Cyperaceen 146. — Rohrgräser 147. — Stauden. Farnkräuter 148.

Vegetationsformationen. Ausdehnung des Waldes S. 149. — Bestandtheile des Waldes 150. — Haide. Moor. Erlenbruch 153. — Pussten 155. — Parklandschaft am Amur und im Kamtschatka 157.

Regionen. Wiederkehr der Gebirgspflanzen in den Ebenen des Nordens S. 158. — Wiederkehr der Gebirgspflanzen in dem nordöstlich gelegenen Tieflande 160. — Wanderung der arktisch-alpinen Pflanzen 161. — Verhältniss der Polar- und Höhengrenzen 163. — Gewächse oberhalb der Schneelinie 165. — Parallelismus der Schneelinie und Baumgrenze 167. — Skandinavische Fjelde 169. — Schottische Hochlande 175. — Ural 176. — Stanowoi-Gebirge. Vulkane in Kamtschatka 178. — Harz, Sudeten und Böhmerwald 179. — Central-Karpaten. Altai und Apfelgebirge 180. — Alpen 185. — Auvergne und Jura 193. — Vogesen und Schwarzwald 194. — Südliche Karpaten 195. — Pyrenäen 195.

Vegetationscentren. Migrationshypothese S. 199. — Umfang der Wohngebiete 201. — Vegetationscentren der Gebirge 203. — Vegetationscentren der Alpen 205. — Vegetationscentren der Pyrenäen 216. — Vegetationscentren der Karpaten und anderer Gebirge 217. — Vegetationscentren des Tieflands 219. — Monotypische Gattungen. Bestandtheile der Flora. Wanderungen der Pflanzen 225.

III. Mittelmeergebiet . . . . . S. 231.

Klima. Vorzüge des Südens S. 231. — Südeuropäische Jahrszeiten 232. — Beschränkung der Mediterranflora auf die Küstenlandschaften 234. — Westliche und östliche Temperaturkurven 235. — Spanisches Klima 236. — Mediterranklima Südfrankreichs 240. — Italienisches Klima 242. — Griechisches Klima 247. — Klima Anatoliens 250. — Klima Nordafrikas und Syriens 254. — Klimatische Bedingungen der Bodencultur 255. — Vegetationsperiode 259.

Vegetationsformen. Immergrüne Laubhölzer S. 270. — Lorbeerform 276. — Olivenform 280. — Oleander- und Myrtenform 281. — Erikenform 284. — Spartiumform 286. — Dornsträucher 289. — Tamarinden-, Mimoseen- und Eschenform 292. — Buchenform 293. — Lindenform 296. — Sykomorenform 297. — Weiden- und Rhamnusform 298. — Nadelhölzer und Cypressenform 299. — Palmen. Zwergpalmen 305. — Succulenten 307. — Lianen. Rohr- und Steppengräser 309. — Annuelle Gräser 309. — Farnkräuter Stauden und Zwiebelgewächse 310.

Vegetationsformationen. Wälder S. 313. — Maquis 316. — Matten 318. — Spanische Steppen 319. — Kulturgebiet 321.

Regionen. Baumgrenze 324. — Höhengrenzen des Oelbaums, der Kastanie und der Buche 327. — Verhältniss der Regionen zu einander 331. — Regionen der Sierra Nevada 333. — Regionen des Atlas, der Sierra de Guadarama und des Canigou 335. — Regionen des Mont Ventoux 336. — Regionen in

Korsika und Sardinien, in den Apenninen und am Aetna 336. — Regionen auf der griechischen Halbinsel 338. — Regionen in Anatolien 341. — Regionen in Syrien 345. — Regionen in Kolchis und der Krim 346.

Vegetationscentren. Absonderung der Vegetationscentren 346. — Vegetationscentren in Spanien 352. — Centren in Algerien 355. — Centren auf den Balearen, Korsika und Sardinien 356. — Centren in Italien 357. — Centren auf der griechischen Halbinsel und dem Archipel 359. — Centren im anatolisch-syrischen Küstenlande 362. — Vermischung der Vegetationscentren 365.

IV. Steppengebiet . . . . . S. 374

Klima. Jahrszeiten des Steppengebiets S. 374. — Klima der Tafelländer 375. — Verhältniss der Steppen zur Sahara 376. — Gliederung der Steppenflora. Kaspisches Depressionsgebiet 381. — Transkaukasien 390. — Kaspische Südküste 392. — Tafelländer. Anatolische Hochebene 393. — Armenien 396. — Mesopotamien 399. — Syrien 401. — Persien 404. — Afghanistan 407. — Tibet 409. — Gobi 415. — Einfluss des Reliefs auf das Steppenklima 418.

Vegetationsformen. Organisation der Steppenpflanzen S. 421. — Saxaul 424. — Spartiumform. Dornsträucher 425. — Mimoseenform. Stauden 427. — Steppengräser 429. — Rohrgräser. Zwiebelgewächse 430. — Chenopodeen- und Tamariskenform 431.

Vegetationsformationen. Eintheilung der Steppen S. 434. — Grassteppe 435. — Sandsteppe 438. — Salzsteppe 439. — Uferwaldungen 441.

Regionen. Schnee- und Baumgrenze S. 441. — Regionen am Kaukasus 443. — Regionen am Thianschan 449. — Regionen der armenischen, persischen und afghanischen Randgebirge 451. — Regionen am Bolor 453.

Vegetationscentren. Absonderung der Vegetationscentren S. 454. — Monotypen 458. — Verhältniss der Steppen zu den Nachbarfloren 462.

V. Chinesisch-japanisches Gebiet . . . . . S. 465.

Klima. Periodicität der Niederschläge S. 465. — Stärke der Niederschläge 468. — Verhältniss zum indischen Monsunklima 470. — Wärme des Klimas 471.

Vegetationsformen. Menge der Holzgewächse S. 471. — Coniferen 473. — Lorbeerform 474. — Laubhölzer mit periodischer Belaubung 476. — Oleander- und Myrtenform 477. — Bedingungen der Theekultur 478. — Tropische Vegetationsformen 483.

Vegetationsformationen. Vertheilung der Wälder S. 484. — Mischung der Vegetationsformen. Anordnung der Kulturpflanzen 485.

Regionen. Bergsysteme Chinas S. 487. — Japanische Vulkane 487.

Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 488. — Endemische Gattungen 492. — Vorherrschende Familien 493. — Nicht endemische Pflanzen 494.

Quellenschriften und Erläuterungen . . . . S. 497—567.

VORWORT.

Seit Humboldt während seines Aufenthalts in Quito das Naturgemälde der Tropenländer entwarf und in dieser Schrift von einem umfassenden Standpunkte aus die Gesetze zu erforschen suchte, welche der Anordnung der Vegetation zu Grunde liegen, sind die Grundsätze dieses hierdurch neu angebahnten Zweiges der physischen Erdkunde mehrfach bearbeitet worden. Die Werke von Schouw (1822) und A. de Candolle (1855) bezeichneten den Umfang dieser Untersuchungen, und die Methoden, wodurch sie zu fördern sind, wurden von diesen Naturforschern weiter ausgebildet. Der allgemeinen Feststellung der hier zu lösenden Aufgaben muss die Anwendung auf die einzelnen Schauplätze der organischen Natur entsprechen, aber eine solche vergleichende Darstellung der Vegetation aller Erdtheile und Länder ist noch niemals versucht worden. Ueberreich ist der Stoff, allein in einer weitschichtigen Literatur von geographischen und botanischen Schriften zerstreut und noch nicht unter jenen methodischen Gesichtspunkten zusammengefasst, die jede einzelne Forschung nach ihrer wissenschaftlichen Bedeutung zu würdigen haben und dadurch die Probleme ihrer fortschreitenden Lösung entgegen führen.

Den Plan zu dem in diesem Sinne unternommenen Werke habe ich schon vor 35 Jahren in einer Abhandlung der Lin-

naea vorgelegt und bin seitdem unablässig bemüht gewesen, den Stoff zu sammeln, den es mir nun an der Zeit schien, in einer solchen Form zusammenzustellen, wie sie mir damals in meiner Jugend vorschwebte. Meine Jahresberichte über die Fortschritte der geographischen Botanik, die ich (1840—1853) im Archiv für Naturgeschichte veröffentlichte und später (seit 1866) nach einem veränderten Plane in Behm's geographischem Jahrbuch (Bd. 1—3) wieder aufnahm, werden hierdurch zu einem gewissen Abschluss gebracht: was ich selbst auf Reisen in den verschiedensten Ländern Europas zu beobachten Gelegenheit hatte, konnte dazu dienen, mein Urtheil zu reifen und die Vergleichung mit den Forschungen in andern Erdtheilen zu erleichtern.

So sehr indessen gerade in unserm Zeitalter die geographischen Entdeckungen und mit ihnen die Naturkunde entlegener Länder fortgeschritten sind, so würde es doch schwer gelingen, eine bis ins Einzelne durchgeführte Uebersicht über die vegetabilischen Erzeugnisse nach ihrer räumlichen Anordnung zu entwerfen. Es müssten die Museen benutzt werden, in denen jedoch viele und wichtige Sammlungen bis jetzt unbearbeitet geblieben sind, und was auch in der Literatur des Pflanzensystems geleistet ward, so lassen doch auch hier die Schwierigkeiten, welche aus den schwankenden Ansichten über den Artbegriff entsprungen sind, sich nicht ohne Willkür beseitigen. Ich habe es daher als meine nächste Aufgabe betrachtet, mich auf solche allgemeinere Probleme zu beschränken, deren Untersuchung besser vorbereitet erschien, als dies im Bereich der systematischen Botanik meistens der Fall ist. Man kann den topographischen Studien einheimischer Forscher Vieles überlassen, was erst in der Zukunft für den Ausbau des Ganzen verwerthet werden wird, und doch geographische Stoffe auswählen, welche die Anschauung im Einzelnen zu befruchten fähig sind. Dies ist derselbe Weg, den überhaupt die Erdkunde verfolgt,

indem sie den Planeten, gleichsam wie von einem entfernten Standpunkte, wo dem Auge das Besondere sich entzieht, nach seinen grossen Verhältnissen aufzufassen sucht und dadurch den Rahmen feststellt, in welchen die örtlichen Erscheinungen sich allmälig und geordnet einfügen.

Diese Richtung wurde in der Geographie der Pflanzen schon damals eingeschlagen, als Humboldt und Wahlenberg die Vegetationsformen in ihrer Abhängigkeit vom Klima darstellten. Die Einflüsse des Bodens auf das Leben der Pflanzen bedingen ihre topographische Vertheilung, von der Wärme und Feuchtigkeit der Atmosphäre ist der Landschaftscharakter ganzer Länder und die Absonderung bestimmter Regionen in den Gebirgen abhängig. Aber so lange die Ergebnisse meteorologischer Messungen und ihre Durchschnittswerthe den Erscheinungen der Vegetation unvermittelt gegenübergestellt wurden, blieb ihr Zusammenhang dunkel und unbestimmt. Die Pflanze ist der Ausdruck der verschiedensten, in einander greifenden Bewegungen der unorganischen Natur, denen ihre Entwickelung sich anpasst. Indem man versucht, den vielseitigen Beziehungen zu folgen, welche den vegetabilischen Organismus mit seinen physischen Umgebungen verknüpfen, darf man hoffen, über die Grenzen, in welche jeder Lebenskreis eingeschlossen ist, zu einem vollständigeren Verständniss fortzuschreiten. Die Dauer der Vegetationsperiode, deren einzelne Phasen bestimmten Werthen der jährlichen Temperaturkurve entsprechen müssen, ist eins der wichtigsten Verhältnisse, an welches das Wohngebiet der Pflanzen gebunden erscheint.

Hätten wir indessen auch erkannt, weshalb eine Organisation gewisse klimatische Grenzen nicht überschreiten kann, so ist damit noch nicht erklärt, dass auch die ähnlichsten Klimate verschiedener Himmelsstriche in ihren Erzeugnissen so ungleich sind. Die Vegetation einer Landschaft ist nicht bloss die Folge

physischer Lebensbedingungen, sondern auch eine Thatsache der Erdgeschichte. Jede Pflanzenart hatte eine bestimmte Heimath, ihr heutiges Vorkommen war von ihrer Fortpflanzung und Ausbreitung abhängig. Hieraus entspringt die doppelte Aufgabe, dasselbe entweder von vergangenen Zuständen oder aus beständig fortwirkenden Kräften abzuleiten, und nur, wenn beiden Richtungen genügt wird, wenn da, wo Klima und Boden dem Wachsthum einer Pflanze keine Schranke setzen, die geologische Geschichte der Organismen in ihr Recht tritt, kann ihre Anordnung richtig verstanden werden.

Die Geologie ist ein Gemeingut geworden, ihre Bedeutung für unser Kulturleben allgemein anerkannt. Warum sollte nicht auf einem naturwissenschaftlichen Gebiete, das noch viel tiefer in alle menschlichen Interessen eingreift, eine gleiche Empfänglichkeit für Forschungen zu erwarten sein, durch welche das gelehrte Studium zu der Würde einer gesellschaftlichen Aufgabe erhoben wird? Denn hier gilt es nicht bloss, ein wissenschaftliches Geheimniss zu lüften, sondern den Sinn einer Landschaft zu deuten, aus welcher der Künstler die Studien zu seinen Gebilden schöpft, oder den Boden zu beurtheilen, aus dem der Landmann sein Brod, das Gewerbe die Gaben der Natur erwirbt, oder endlich die Gesetze zu verstehen, die den Welthandel mit den Erzeugnissen des Pflanzenreichs beherrschen. Mit Bewusstsein in den Schauplatz der Natur einzutreten und in ihrer gesetzmässigen Ordnung Einsicht, Genuss und Frieden zu suchen, ist mir bei diesen Forschungen ein Trieb des Gemüths und dadurch eine Quelle des Glücks gewesen. Bei der Zusammenstellung ihrer Ergebnisse habe ich daher nach einer Darstellungsweise gestrebt, durch welche ich, die Voraussetzung von botanischen Fachkenntnissen möglichst einschränkend, auch in weitern Kreisen Antheil an dieser Seite der Naturbetrachtung zu wecken wünschte. Blosse Schilderungen und Beschreibungen der durch

ihre Vegetation geschiedenen Landschaften vermögen eine solche Befriedigung nicht zu gewähren. Die Thatsachen können kurz und bündig ausgesprochen werden, wenn sie in Messungen bestehen oder aus vergleichenden Merkmalen sich entnehmen lassen: ihre Bedeutung im Haushalte der organischen Natur erst giebt den gewonnenen Vorstellungen ihren Reiz und den Zauber der Erkenntniss.

Um die Vergleichung der in der Literatur zerstreuten Angaben zu erleichtern, wurden alle Maassbestimmungen auf den Pariser Fuss, die geographische Meile (15 : 1°) und die Temperaturwerthe auf die Réaumur'sche Skala zurückgeführt.

Für die Ausführung der beigefügten Uebersichtskarte der Vegetationsgebiete bin ich dem Professor Dr. Petermann verbunden, der den ersten Entwurf derselben bereits früher in seine »Mittheilungen« (Jahrg. 1867. Taf. 4) aufnahm und die jetzige verbesserte Redaktion gleichfalls ausgeführt hat. In dieser Gestalt schien mir die Karte einer besondern Erläuterung nicht zu bedürfen, da sie nur den Zweck hat, den Umfang der Gebiete, auf welche sich die einzelnen Abschnitte des Werks beziehen, zur Anschauung zu bringen und dadurch der Erörterungen über ihre Grenzen mich zu überheben, die im Texte nicht ohne Weitschweifigkeit gegeben werden könnten. Auch das Kolorit sollte den Ueberblick über die Vegetation der Erde vereinfachen: für die bewaldeten Gegenden wurden grüne, für die Steppen und Wüsten gelbe und rothe, für die weniger einförmigen Bekleidungen des Bodens andere Farbentöne gewählt. Die Kleinheit des Maassstabes gestattete indessen nicht, auf die klimatischen Gegensätze innerhalb der einzelnen Vegetationsgebiete Rücksicht zu nehmen.

Göttingen, September 1871.

DIE NATÜRLICHEN FLOREN.

Forschungen über die Anordnung der Pflanzen auf der Erde haben nicht bloss eine geographische, sondern auch eine naturwissenschaftliche Bedeutung. Mit dem Zwecke, die Erzeugnisse der einzelnen Länder zusammenzustellen, verbindet sich die Aufgabe, zu untersuchen, worin die physischen Einflüsse bestehen, welche, entweder noch jetzt oder in der Vorzeit wirksam, jeder Pflanze einen bestimmten Wohnort angewiesen haben und nur einzelnen, den ubiquitären Organismen, die Ausbreitung über die ganze Erde oder einen grossen Theil derselben frei geben. Diese Untersuchungen berühren sich daher ebenso sehr mit der physischen Erdkunde, wie mit der Geologie oder Entwickelungsgeschichte unseres Planeten, und diese beiden Richtungen nach einer bestimmten Methode gesondert zu verfolgen, scheint der geeignetste Weg zu sicheren Ergebnissen über die Gesetze, die der Anordnung der Vegetation zu Grunde liegen. Dem schöpferischen Gedanken Lyell's, dass man da, wo die in der Gegenwart wirkenden Naturkräfte den Bau der Erdrinde, sowie die Absonderung des Festlands vom Meer und die Unterschiede des Reliefs zu erklären genügend sind, nicht auf vergangene Katastrophen der Vorwelt schliessen dürfe, von denen man sich keine deutliche Vorstellung zu machen im Stande ist, verdankt die Geologie ihre festere Begründung. Dieser Grundsatz findet auch in der Geobotanik, der Geographie der Pflanzen, seine vollberechtigte Anwendung und hat den nachfolgenden Forschungen auf diesem Gebiete zum leitenden Gesichtspunkte gedient. Durch die Ansichten Darwin's trat die Annahme einer fortschreitend umbildenden Entwicklung der organischen Natur in den Vordergrund. Je allgemeiner man hiedurch angeregt und geneigt ist, die Erscheinungen der Gegenwart von den

Vorstellungen über ihren genetischen Zusammenhang abzuleiten, desto entschiedener scheint es geboten, sich die Frage zu stellen, in wie weit es möglich ist, die heutige Anordnung der Vegetation aus physischen und physiologischen Kräften zu erklären, die innerhalb des Bereichs der Erfahrung liegen. Zu diesen gehört die Variation der von einander abstammenden Individuen durch Acclimatisation und andere den Plan der organischen Gestaltung verändernde Einflüsse; aber, wie ansprechend auch die genetische Verknüpfung der Schöpfungen, welche nach einander die Erde bewohnt haben, erscheinen mag, so verlässt man doch den Boden der Thatsachen, indem man sich Vermuthungen über den Ursprung der weiter aus einander liegenden Formen, der Arten, der Gattungen und Familien von Pflanzen und Thieren hingiebt. Dass diese Begriffe von dem der Variationen nicht streng zu scheiden sind, ist kein Grund, ihnen eine und dieselbe Entstehungsweise zuzuschreiben und die Kräfte, durch welche allmälige Formveränderungen erzeugt werden, für die einzigen zu halten, mit denen die Natur ihren auf Mannigfaltigkeit der Wechselwirkungen gerichteten Zweck erreicht hat. Das Bestreben, die Aufgaben der Forschung einzuschränken und das der Beobachtung Zugängliche von den unbekannten und unerreichbaren Bahnen der organischen Entwicklung abzuscheiden, verbürgt allein einen methodischen Fortschritt, wobei der Zukunft überlassen bleibt, tiefer in die Geheimnisse der Schöpfung einzudringen, ohne die Thatsachen durch blosse Vorstellungen ersetzen zu wollen.

Die räumliche Vergleichung der Vegetation führt zur Unterscheidung von kleineren Abschnitten und von grösseren Gebieten, von denen es sich leicht nachweisen lässt, dass ihre Absonderung von Einflüssen abhängig ist, welche den Kräften jeder einzelnen Pflanze, sich immer weiter über den Erdboden auszubreiten, beschränkend gegenüberstehen. Von den topographischen Gliederungen der Landschaft, den Formationen der Vegetation, ausgehend, die vorzugsweise auf der Beschaffenheit des Bodens und der Vertheilung des darin enthaltenen Wassers beruhen, erheben wir uns, indem wir den Blick über weitere Räume ausdehnen, zu der Vorstellung von natürlichen Floren, in deren Bereich die Pflanzenformen und ihre Anordnung einen gewissen Grad von Gleichartigkeit erkennen lassen. Allein so sehr bei ihrer Unterscheidung die klimatischen Bedingungen in den Vordergrund treten, denen jede in einem solchen Vegetationsgebiete einheimische Pflanze auf das Genaueste

entsprechen muss, so ist man doch nicht im Stande, eine Eintheilung der Erde hierauf allein zu begründen, schon desshalb nicht, weil bald in derselben Landschaft nach dem Relief des Bodens die Gegensätze wechselnd sich berühren, bald die Uebergänge auch in den Tiefebenen oft erst allmälig eintreten. So geht, um ein Beispiel des letzteren Verhältnisses anzuführen, das Seeklima Europas nach und nach im Inneren des Kontinents verloren, und damit ändern sich auch einzelne Bestandtheile der Vegetation, aber nicht der Charakter der ganzen Flora. Dann aber wiederholen sich auch ähnliche Klimate in weit entlegenen Gegenden beider Hemisphären, sowie auf den durch die grossen Meere geschiedenen Kontinenten der heissen und der südlichen gemässigten Zone, ohne doch gleiche Gewächse erzeugt zu haben. Nur da ist eine klimatische Begrenzung der natürlichen Floren möglich, wo, wie an den äussersten Waldlinien des nördlichen und südlichen Russlands, die Physiognomie der Landschaft sich plötzlich ändert, wenn zugleich ein Grenzwerth in der Vertheilung der Wärme oder in der Periodicität der atmosphärischen Niederschläge überschritten wird.

Wären alle Pflanzen gleich wanderungsfähig und in ihrer Ausbreitung unbeschränkt geblieben, so würden die kräftigsten Organisationen alle übrigen verdrängt und den ganzen der Vegetation dargebotenen Raum auf der Oberfläche des Planeten eingenommen haben. Das oberste Gesetz, welches der dauernden Absonderung von natürlichen Floren zu Grunde liegt, muss man daher in den Schranken erblicken, welche ihre Vermischung gehemmt oder ganz verhindert haben. Dass sie neben einander bestehen, beweist schon, dass sie von bestimmten, schöpferischen Orten ausgingen, welche ihre Vegetationscentren [1]) genannt werden, deren Anzahl unbestimmt und von der Menge der einheimischen Arten abhängig ist. Wäre die Entstehung der einzelnen Pflanzen nur von den Bedingungen abhängig gewesen, die gegenwärtig ihre räumliche Anordnung beeinflussen, so müssten wir in entfernten Ländern oft dieselben Organisationen wiederfinden. Es würden nicht Einwanderungen unter unsern Augen stattfinden können, wenn die Erde überall erzeugt hätte, was sie in den einzelnen Klimaten zu erhalten fähig ist. Nur an bestimmten Orten hat sie die ersten Keime ausgestreut, aber diese Orte waren unzählig und ohne Symmetrie angeordnet, wie die Sterne des Firmaments, und jeder hatte die Fähigkeit, eine bestimmte organische Gestaltung

hervorzubringen. Jede natürliche Flora ist eine besondere Schöpfung, aus dem Austausch zwischen ihren Vegetationscentren zu einem Gesammtbilde von Landschaften erwachsen und selbständig für sich bestehend. Ihre Grenzen liegen da, wo das Klima der Mehrzahl der einheimischen Pflanzen eine Schranke setzt, oder wo ein weites Meer oder andere mechanische Hindernisse ihrer Ausbreitung entgegentreten. Die natürlichen Floren sind um so schärfer bestimmt, je weniger eine Vermischung ihrer Erzeugnisse durch Wanderungen möglich war.

Im Raume verhalten sich die Floren zu einander gerade so, wie die Schöpfungen der Vorwelt der Zeit nach auf einander gefolgt sind. Was diese in der Unermesslichkeit der Perioden und durch die unvollständige Erhaltung der Ueberreste unserer Einsicht in ihre Entstehungsweise verhüllt, das müsste man erwarten, durch die Geographie der Organisationen in den Grenzgebieten der Floren aufgedeckt zu sehen. Allein diese lehren uns nichts weiter, als dass mit dem Wechsel der Lebensbedingungen klimatische Varietäten entstehen, die man oft für besondere Arten gehalten hat. In ihnen ist der Darwinismus thatsächlich erwiesen, aber auch nur in ihrem Bereich findet diese Lehre eine empirische Begründung. Uebergänge zwischen weiter aus einander liegenden Formen finden sich nicht. Wo Gattungen oder Familien durch Mittelstufen verbunden sind, stehen dieselben in keiner Beziehung zu räumlichen Verhältnissen. Die Thatsache, dass auch da, wo ein klimatischer Wechsel allmälig eintritt, Organisationen von bestimmtem Gepräge plötzlich aufhören oder höchstens in einer klimatischen Varietät erlöschen, und dass sie dann unvermittelt anderen Formen Raum geben, gerade wie es auch in den Grenzgebieten der geognostischen Formationen bei den Organismen der Vorwelt der Fall ist, bietet einen gewichtigen Einwurf gegen die Ansicht, dass die Entstehung der Arten auf dem Wege der langsamen Umbildung oder Variation erfolgt sei. Nichtsdestoweniger ist ein genetischer Zusammenhang auch in einer lückenhaften Reihe von Bildungen möglich, ja wahrscheinlich, aber derselbe liegt jenseits der Grenzen unserer bisherigen Erfahrung. Den vegetabilischen Organismus kann man in manchem Betracht eine chemische Maschine nennen. Die Arten stehen einander in ähnlicher Weise gegenüber wie die Verbindungen der Grundstoffe: allmälige Uebergänge finden wir bei den Legirungen der Metalle wieder, aber in den meisten Fällen sind die Körper, die nach der Art und Anord-

nung ihrer Bestandtheile sich unterscheiden, in ihren Eigenschaften scharf gesondert und gehen doch leicht aus einander hervor, je nach den Umständen, unter denen sie sich begegnen. Die Zahl möglicher Formen ist auch hier unendlich viel grösser, als die Natur sie wirklich hervorgebracht hat. Einige Sätze aus einer früheren Schrift [2]) glaube ich hier wiederholen zu dürfen. »Die Arten einer Gattung verhalten sich wie die Muster eines Geräths, von denen man nur diejenigen anfertigt, die einem besonderen Zweck oder Geschmack dienen können, nicht aber jede beliebige Gestalt, die weniger gut zu gebrauchen wäre. Die geologische Reihe der Pflanzenschöpfungen hat sich aus weniger zahlreichen und unbestimmteren Typen zu der Mannigfaltigkeit des heutigen Systems erst in den letzten Perioden gegliedert. Bestand hierbei wirklich ein genetischer Zusammenhang zwischen den früheren und späteren Schöpfungen, so hatte die Natur ganz andere Kräfte zur Verfügung, wie diejenigen sind, welche stetige Reihen von Variationen erzeugen.« Jede Entwickelungsgeschichte eines Organismus vom Ei bis zu seiner Vollendung lehrt, wie weit diese bildenden Naturkräfte reichen. »Den Variationen wirkt immer eine ausgleichende Kraft in der Zeugung entgegen, welche die Art auf ihren ursprünglichen Typus zurückzuführen strebt. Dagegen zeigen uns Erscheinungen, wie die Metamorphose der Insekten oder kryptogamischer Pflanzen, der Generationswechsel anderer Organismen, dass, wie der Schmetterlingsflügel, die Axe des Farns an Larven und Vorgebilden räthselhaft auswachsen, so überhaupt aus einer Gestalt unvermittelt eine andere sehr verschiedenartige hervorgehen kann. Die Kräfte der organischen Natur, durch veränderten Plan der Entwickelung den Zwecken des Lebens zu dienen, sind nicht nach unserer beschränkten Kenntniss der Thatsachen zu bemessen: die Wege, die wir nicht kennen, können nicht wunderbarer sein, als was unter unseren Augen vorgeht.«

Die wirksamste der Schranken, durch welche die Vermischung der natürlichen Floren mehr oder weniger vollständig gehindert wird, ist das Meer, welches durch seine Strömungen sie verbindet, durch seine Ausdehnung sie trennt. [3]) Je mehr der Küstenabstand sich erweitert, desto strenger gesondert bleibt die Vegetation der Länder, welche von den Wellen desselben Meeres bespült werden. Gleich diesen scheidet auch die grosse Wüste die Flora des tropischen Afrikas von den Küstenlandschaften des Mittelmeers, oder der für die natürlichen Wanderungen unüberschreitbare Wald des aequatorialen Ame-

rikas die Grasebenen Venezuelas und Brasiliens. In den meisten Fällen aber ist es der Wechsel des Klimas, wodurch sich die natürlichen Floren in ihrer abgesonderten Stellung auf der Erde erhalten. Werden die klimatischen Bedingungen, die auf das Pflanzenleben von Einfluss sind, noch dadurch zu schrofferen Gegensätzen gesteigert, dass, wie die Anden Südamerikas und der Himalaja in Asien, sich mächtige Gebirgsketten an ihren Grenzen erhoben haben, so wird der Austausch der Vegetation durch diese Verbindung von mechanischen und physiologischen Einwirkungen um so vollständiger gehemmt bleiben.

Bei der Vergleichung der Floren unter einander, sowie in der Anordnung der Erzeugnisse desselben Gebiets, begegnen wir zwei Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung von Wallace, wie ich glaube, zuerst erkannt worden ist[4]): wir bemerken theils eine räumliche, theils eine klimatische Analogie in dem Bau der Formen. Dass man überhaupt von einem gemeinsamen systematischen Charakter einer natürlichen Flora reden kann, beruht darauf, dass die Verwandtschaft oder Aehnlichkeit der Arten einer Gattung, der Gattungen einer Familie um so grösser wird, je näher geographisch die Vegetationscentren gelegen sind, wo sie entstanden, und von denen sie durch ihre Wanderungen sich nicht weit entfernen konnten. Dieser Einfluss der Lage, der in abgeschlossenen Gebieten, wie in Australien oder im Kaplande, am entschiedensten ausgeprägt ist, muss von den physischen Bedingungen der Vegetation wohl unterschieden werden, die bei nahe verwandten Arten höchst ungleich sein können. Grössere klimatische Unterschiede kann es nicht geben als diejenigen, die durch die senkrechte Abnahme der Temperatur im Gebirge bewirkt werden, und die in der Vegetation ihren Ausdruck finden, wenn man ihre Bestandtheile von den unteren Thalstufen bis zur Schneelinie vergleicht. Dennoch stehen die Erzeugnisse der höchsten Regionen nicht selten in der nächsten systematischen Beziehung zu denen der warmen Tiefebenen, aus welchen das Gebirge sich erhebt. Die Astragalen, die in einer fast unerschöpflichen Artenzahl die Steppen des Orients bewohnen, werden auf den Gipfeln des Taurus, wie in den warmen Gestadelandschaften Kleinasiens zwar durch besondere Arten vertreten, aber dieselben sind so nahe unter einander verwandt, dass selbst einzelne Gruppen dieser Gattung, wie die Traganthsträucher, unter so verschiedenen klimatischen Einflüssen wiederkehren. Sie haben in dem einen Falle, den grössten

Theil des Jahrs im Schnee vergraben, kaum Zeit, bei geringer Wärme ihre Blüthen zu entfalten und ihre Früchte zu reifen, in dem andern ertragen sie die Hitze eines regenlosen Sommers und vollenden ihre Entwickelungsperiode, vom Winterregen benetzt, in den Frühlingsmonaten. Wenn auch auf den Alpen die Physiognomie der Natur in der Nähe der Schneegrenze das Klima und die Vegetation der Polarzone in vielfachen Beziehungen vergegenwärtigt, so erwecken doch gerade die eigenthümlichsten, die endemischen Gewächse häufig die Vorstellung, als wären sie aus den Thälern emporgestiegen und hätten, um sich den neuen Lebensbedingungen anzuschmiegen, ihre Organisation nur so weit umgeändert, als es zu ihrem Fortbestehen erforderlich war. Sie verhalten sich ähnlich wie die klimatischen Varietäten, nur dass sie von den Arten, die man als ihren Stamm betrachten möchte, um ebenso viel weiter abstehen als der Gegensatz des Klimas grösser ist. Aber wie man sie durch die Kultur nicht künstlich zu erzeugen vermag [5]), so fehlen auch hier die Uebergänge, die man in den stufenweise aufsteigenden Bergregionen erwarten sollte; plötzlich erscheinen die alpinen Arten und die der Ebene verschwinden an bestimmten Höhengrenzen.

Der Ursprung solcher räumlichen Analogieen unter ungleichen physischen Bedingungen erscheint daher den gegenwärtig wirksamen Kräften der Natur entzogen und verbirgt sich in jener geologischen Vorzeit, als das Gebirge aus seiner ebenen Grundfläche gehoben wurde. Hier findet der Darwinismus eine Stütze, wenn man sich vorstellt, dass im Verlauf unzähliger Generationen der umbildenden Thätigkeit der Organismen gelungen sei, was sie in einer kürzeren Zeit nur zur Erzeugung von Varietäten zu leisten vermag. Allein strenger aufgefasst, sprechen solche Erscheinungen nur für einen genetischen Zusammenhang der verwandten Arten, ohne einen Aufschluss darüber zu geben, auf welche Weise die Umbildung erfolgt sei, und ob die Variation, welche nur Formen von bestimmter Empfänglichkeit fortbestehen lässt, das ausreichende Mittel dazu geboten habe. Dies ist vielmehr wegen des Mangels an Uebergängen in der Organisation, die sich, da der Wechsel des Klimas in senkrechter Richtung allmälig eintritt, hätten erhalten können, keineswegs wahrscheinlich, und eben darin besteht die Methode des Systematikers, Varietäten und Arten zu unterscheiden, dass er bei jenen solche Mittelformen nachweisen kann, bei diesen nicht. Aus den räumlichen Analogieen ergiebt sich nur eine Abhängigkeit der Ve-

getationscentren von ihrer geographischen Lage und die Fähigkeit der organisirenden Kraft, ihre Erzeugnisse in jeder Lage den physischen Lebensbedingungen anzupassen, ohne dass wir wissen, wie sie dabei verfuhr, indem der Beobachtung nur das Ergebniss, nicht aber der Entwickelungsgang dargeboten ist.

Gewöhnlich ist die räumliche Analogie im Bau der Formen auch zugleich eine klimatische, weil auf demselben Niveau das Klima benachbarter Orte wenig geändert zu sein pflegt. Aber es besteht auch eine klimatische Analogie ohne räumliche Beziehungen, wenn verwandte Arten derselben Gattungen oder Gattungen derselben Familie in den entferntesten Gegenden der Erde auftreten, die durch ein übereinstimmendes oder ähnliches Klima verbunden sind, wie die beiden Zonen hoher Breitegrade oder die Tropen der alten und neuen Welt. Diesem Verhältniss entsprechen die Organisationen, die man als vikariirende Formen bezeichnet hat. Bekannte Beispiele auch aus den gemässigten Zonen sind die Buchen Japans und an der Magellanstrasse, die beiden Platanen des Orients und Nordamerikas, die Eriken des Kaplandes und des westlichen Europas. Eine solche, von der geographischen Lage unabhängige Wiederholung ähnlicher Bildungen stimmt zu der Vorstellung, dass der Bau einer Pflanze nur das Ergebniss der physischen Bedingungen sei, unter denen sie entstanden ist, aber die Einseitigkeit dieser Ansicht wird eben durch die bloss räumlichen Analogieen im Gegensatz zu den klimatischen erwiesen. Auch ist nicht wohl einzusehen, wie der Darwinismus diese beiden entgegengesetzten Thatsachen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt stellen könnte, die nur dadurch verknüpft sind, dass in jedem Falle die Organisation dem Klima angemessen sich gestaltet. Die Entstehungsweise der vikariirenden Formen ist in ein ebenso tiefes Dunkel gehüllt wie die Erscheinung der bloss räumlichen Analogieen, selbst ein genetischer Zusammenhang der verwandten Arten ist hier um so unwahrscheinlicher, je weiter ihre Bildungsstätten von einander entfernt liegen, und je schwieriger daher auch in der Vorzeit die Wanderung ihrer Keime sein musste. Gerade in diesem Falle haben die Anhänger der Evolutionshypothesen nicht immer glücklich die Neigung vermieden, der Phantasie einen weiten Spielraum einzuräumen und durch die Annahme verschwundener Kontinente und Landverbindungen die Geschichte der Organismen mit trügerischen Bildern auszuschmücken. Besonnene Naturforscher müssen Bedenken tragen, solchen Vorstellungen zu

folgen, sie werden an diesen verschlossenen Pforten lieber innehalten und bekennen, dass noch keine Bahn zum Verständniss der Erscheinungen geöffnet sei.

In beiden Klassen von Verwandtschaften, den räumlichen und den klimatischen, ist aber thatsächlich dieses enthalten, dass die Natur nur das Angemessene und dasselbe nur an den Orten erzeugt hat, wo das Fortbestehen ihrer Schöpfungen so lange gesichert war, bis etwa eine Wandelung in den physischen Lebensbedingungen selbst eintreten mochte. In dieser Auffassung fortschreitend, verweilt die Forschung bei den Kräften, die nicht bloss in der Vorzeit Geltung hatten, sondern die fortdauernd wirksam eben dadurch der Untersuchung aufgeschlossen und zugänglich sind, sie sucht nachzuweisen, in wie fern die Vegetation nach klimatischen Einflüssen angeordnet sei. Von diesem Gesichtspunkte ging schon Humboldt [6]) aus, als er in der Geographie der Pflanzen die Vegetationsorgane, die zur Erhaltung des Individuums dienen, voranstellte und sie von denen unterschied, welche, zur Fortpflanzung mitwirkend, die Fortdauer oder etwaige Umbildung der Arten bedingen, und von deren Bau der Begriff ihrer systematischen Verwandtschaft ausgeht. So entwarf er seine Physiognomik der Pflanzen, eine Darstellung der Vegetationsformen, die nicht bloss durch ihre Gestaltung und ihre Anordnung den Charakter einer Landschaft bestimmen, sondern deren Bedeutung auch darin besteht, dass der Zusammenhang zwischen ihrer Bildungsweise und den klimatischen Bedingungen, denen sie in ihrer geographischen Verbreitung entsprechen, sich weit bestimmter erkennen lässt als in der Organisation der Blüthen und Früchte.

Die ältesten Versuche, das Pflanzenreich einzutheilen, welche der Systematik Tournefort's und Linné's vorausgingen, kommen hier wieder zur Geltung, indem auf die Vergleichung der Stämme, der Zweige und Blätter die physiognomische Klassifikation Humboldt's begründet wird. Die systematische Botanik musste diesen Weg verlassen, als die Veränderlichkeit der Organe erkannt wurde, von denen die Ernährung des Individuums abhängt. Dieser Einwurf ist ohne Bedeutung für die physiologische Aufgabe, zu untersuchen, durch welche Mittel das Leben gesichert, durch welche Kräfte der unorganischen Natur es beständig zugleich angeregt und bedroht werde. Hierbei ist die besondere Form der Vegetationsorgane von entscheidender Bedeutung. Dass eine hiervon ausgehende Auf-

zählung der Vegetationsformen, wie Humboldt bemerkt, keiner strengen Klassifikation fähig sei, vermindert ihre Wichtigkeit auch für die vergleichende Geographie der Pflanzen nicht. Ein System von organischen Naturkörpern ist überhaupt nicht nach logischem Maassstabe allein zu beurtheilen, es soll höheren Zwecken dienen, als zur Unterscheidung des Einzelnen anzuleiten. Das physiognomische System der Gewächse zeigt, wie die Organisation nach Maassgabe ihrer physischen Hülfsquellen sich ändert, das natürliche oder morphologische beleuchtet durch die Einsicht in die Verwandtschaft der Formen das Dunkel ihrer Abstammung; auf das erstere beziehen sich die klimatologischen, auf das letztere die geologischen Forschungen, beide angewendet auf die geographische Anordnung der Pflanzen. Zuweilen fallen die Vegetationsformen mit den Gruppen des natürlichen Systems zusammen, in den meisten Fällen kommt dieselbe Bildungsweise der Ernährungsorgane bei dem verschiedenartigsten Bau der Blüthen und Früchte vor. So entspricht der saftreiche Stamm der amerikanischen Cacteen dem der fleischigen Euphorbien Afrikas und anderen succulenten Vegetationsformen, ist aber in jedem Falle ein Ausdruck trockener Klimate.

Jede natürliche Flora ist so darzustellen [7]), dass zuerst die Vegetationsformen und ihre Anordnung zu Formationen als vom Klima abhängig nachgewiesen und sodann ihre Vegetationscentren berücksichtigt werden, die auf ihren geologischen Ursprung zurückweisen und nach den Normen des natürlichen Pflanzensystems von einander abweichen. Zum Schluss dieser einleitenden Bemerkungen, welche bestimmt sind, die bei der Darstellung der einzelnen Floren gewählte Form der Behandlung zu begründen, stelle ich eine Uebersicht der von mir unterschiedenen Vegetationsformen zusammen, welche sowohl durch ihre Masse und Anordnung den Charakter der Landschaften bestimmen, als sie auch an besondere klimatische Bedingungen geknüpft sind. Diese Eintheilung entspricht dem physiognomischen Pflanzensystem Humboldt's, seine Bezeichnungsweise der Formen, die von bekannten Gewächsen oder Bildungsweisen der Vegetationsorgane abgeleitet war, habe ich beibehalten, aber ihre Anzahl ist, da seine Unterscheidungen einer weiteren Ausführung fähig und bedürftig schienen, beinahe auf das Dreifache erhöht worden.

I. Holzgewächse.

A. Einfacher Stamm ohne verzweigte Krone, auf dem Gipfel eine Laubrosette.

1. Palmen. Bäume mit einmal getheilten Blättern.
2. Farnbäume. Bäume mit mehrfach getheilten Blättern.
3. Pisangform. Bäume mit ungetheilten, breiten Blättern: Adern parallel.
4. Clavijaform. Bäume mit ungetheilten, breiten Blättern: Adern netzförmig verbunden.
5. Pandanusform. Bäume mit ungetheilten, schmalen Schilfblättern. (Liliaceenbäume).
6. Xanthorrhoeenform. Bäume mit ungetheilten, schmalen, saftarmen Grasblättern.

B. Einfacher Stamm ohne abgesetzte Krone, mit seitlichen Blattbüscheln.

7. Bambusenform. Bäume mit Grasblättern auf kurzen Zweigen an den Knoten des Stammes.

C. Belaubte Krone verzweigt.

8. Nadelhölzer. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt nadelförmig.
9. Lorbeerform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt breit, glänzend grün.
10. Olivenform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt schmal.
11. Eukalyptusform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt breit, glanzlos blaugrün.
12. Sykomorenform. Bäume mit starrem, periodischem, ungetheiltem Laub.
13. Buchenform. Bäume mit biegsamem, periodischem, ungetheiltem Laub: Blatt breit.
14. Weidenform. Bäume und Sträucher mit biegsamem, periodischem, ungetheiltem Laub: Blatt schmal.
15. Linden- und Bombaceenform. Bäume mit gerundeten oder handförmig geaderten Blättern.
16. Eschen- und Tamarindenform. Bäume mit einmal gefiederten Blättern.
17. Mimosenform. Bäume und Sträucher mit doppelt gefiederten Blättern: Blattflächen klein.

D. Stämme mit gegenseitig verbundenen Kronen.

18. Banyanenform. Bäume, die durch Luftwurzeln aus den Kronen gestützt sind.

19. Mangroveform. Bäume, die durch neue, aus der Krone keimende Individuen gestützt sind.

E. Sträucher (vom Boden aus verzweigte Holzgewächse).

20. Erikenform. Laub starr, immergrün: Blatt nadelförmig (Krummholzform).

21. Myrtenform. Laub starr, immergrün: Blatt unter Zollgrösse, glänzend grün.

22. Oleanderform. Laub starr, immergrün: Blatt über Zollgrösse, glänzend grün.

23. Proteaceenform. Laub starr, immergrün. Blatt glanzlos blaugrün (Oschurform).

24. Sodadaform. Laub starr, periodisch.

25. Rhamnusform. Laub biegsam, periodisch.

26. Dornsträucher. Laub durch Bildung von Dornen in der Entwickelung gehemmt.

F. Belaubung unterdrückt oder fehlend.

27. Casuarinenform. Bäume ohne Laub: Krone aus nackten Zweigen.

28. Cypressen- und Tamariskenform. Sträucher (und Bäume): Zweige mit anliegenden Blättern von sehr geringer Grösse bedeckt.

29. Spartiumform. Sträucher ohne Laub (oder Blattbildung unterdrückt).

G. Stammlose Holzgewächse ohne Verzweigung.

30. Zwergpalmenform. Laubrosette von getheilten Blättern auf verkürztem oder unterdrücktem Stamm (Cycadeenform).

II. Succulente Gewächse.

31. Chenopodeenform. Sträucher und Kräuter mit succulenten Blättern.

32. Agavenform. Succulente Laubrosette ohne Stamm.

33. Cactusform. Blattlose Succulenten.

III. Schlinggewächse.

34. Lianenform. Holzige Schlinggewächse mit netzadrigen Blättern.

35. Rotangform oder Palmlianen. Holzige Schlinggewächse mit Palmenblättern.

36. Convolvulus- und Cucurbitaceenform. Schlinggewächse ohne Holzstamm.

IV. Epiphyten.

37. Loranthusform. Parasitische Sträucher.

38. Atmosphärische Orchideen. Kein Organ in den Boden oder in eine Mutterpflanze eingesenkt.

V. Kräuter.

A. Stengel belaubt.

39. Stauden und Halbsträucher. Kräuter, die durch einen Wurzelstock perenniren, oder deren Stengel zugleich am Grunde verholzt.

40. Gnaphaliumform. Kräuter mit Wollbekleidung.

41. Immortellenform. Kräuter mit allmälig austrocknenden Blumen.

B. Stengel nackt (oder zweizeilig belaubt): Laubrosette am Boden.

42. Zwiebelgewächse. Perennirend durch unterirdische Zwiebeln oder Knollen.

43. Scitamineenform. Laub in einer Rosette oder zweizeilig: Blatt ungetheilt, breit mit parallelen Adern.

44. Aroideenform. Laubrosette aus pfeil- oder herzförmigen, oder getheilten, gestielten Blättern.

45. Bromelienform. Laubrosette aus Schilfblättern.

C. Laubrosette ohne Stengel.

46. Farnkräuter. Blätter mit frei im Gewebe endenden Adern.

VI. Gräser.

47. Wiesengräser. Rasen aus biegsamen Blättern.

48. Steppengräser. Rasen aus starren Blättern.

49. Savanengräser. Rasen von hohem Wuchs.

50. Annuelle Gräser. Gräser ohne rasenbildende Verzweigung.

51. Cyperaceenform. Halm ohne Knoten.

52. Rohrgräser. Halm hochwüchsig, mit entfernt stehenden Blättern.

VII. Zellenpflanzen.

53. Laubmoosform. Grüne Blätter.

54. Erdlichenenform. Nicht grüne Zellenpflanzen, ohne Belaubung.

I.

ARKTISCHE FLORA.

Klima. Die arktische Flora begreift im hohen Norden alle Landschaften, welche jenseits der Polargrenze der Wälder liegen. So einförmig und dürftig in seinen Erzeugnissen dieses Gebiet fast unbewohnter Einöden auch erscheinen mag, so bietet es doch dadurch ein hohes Interesse dar, dass es zeigt, was die Natur unter den ungünstigsten äusseren Bedingungen zu leisten vermag, um das organische Leben zu stützen und zu erhalten, und wie sie bestrebt ist, überall ihre Keime auszustreuen, über der starren Erdrinde Thätigkeit, Bewegung und bildende Kraft zu verbreiten. Man ist gewohnt, die arktische Vegetation mit der des Hochgebirgs zusammenzustellen, wo in alpiner Höhe der Baumwuchs ebenfalls aufhört, und beide Schauplätze des Pflanzenlebens wie auf einer Einheit physischer Einflüsse beruhend aufzufassen. Allein schon Ramond, der Nachfolger Saussure's und der Vorgänger Humboldt's, machte, als er die Pyrenaeen zuerst den Naturforschern eröffnete, darauf aufmerksam, dass, da die Wärme in dem einen Falle durch die schräge Richtung der Sonnenstrahlen, in dem andern durch die verdünnte Luft gemindert sei, auch die Wirkungen wenigstens in Bezug auf die Organismen nicht durchaus dieselben sein möchten. Er meinte, dass die Uebereinstimmung im Charakter der Pflanzen nur in einer gewissen Aehnlichkeit bestehe, nicht aber auf einer Gleichheit der Lebensbedingungen beruhe. Ohne dass durch diese Bemerkung das Verhältniss der arktischen Flora zu den alpinen Regionen der Gebirge erschöpft wäre, kann sie uns doch dazu dienen, den ersten Schritt zum Verständniss der den hohen Norden be-

herrschenden Gesetze zu erleichtern. Die alpine Flora ist zwischen der Baumgrenze und der Schneelinie eingeschlossen, und da die Kuppe des ewigen Schnees auf den Gebirgen von der tropischen bis zur arktischen Zone allmälig in ein tieferes Niveau herabsinkt, so war die Meinung allgemein verbreitet, dass in einem gewissen Abstande vom Pol dieselbe den Spiegel des Meeres selbst erreiche, und dass von diesem Punkte aus alles organische Leben aufhöre. So weit man aber in der Folge zu den höchsten Breiten, über den 80. Grad hinaus, vorgedrungen ist, nirgends hat man den Sommer überdauernde Schneemassen bis zur Küste herabreichend angetroffen, sondern das Tiefland ist überall den Keimen der Vegetation während einer gewissen Zeit frei gegeben. In Spitzbergen berühren nur die Gletscher die Meeresfläche, die Linie des ewigen Schnees fanden die schwedischen Naturforscher [1]) erst in einer Höhe von wenigstens 1000 Fuss, es bleibt also daselbst noch Raum genug übrig, dem weidenden Rennthier [2]) seine vegetabilische Nahrung zu erzeugen. Auch in dem noch viel kälteren Klima der Parry-Inseln, nach dem Durchschnittsmaass der Temperatur (—13°,7 R.) einem der kältesten [3]) der bekannten Erde, finden im Sommer grosse Säugethiere [2]), der Bisamstier neben den Rennthierheerden, hinlänglichen Pflanzenwuchs, um diese unbewohnten Weidegründe aufzusuchen. Ueber der Schneegrenze der Alpen hingegen, in Höhen, wo die mittlere Wärme des Jahrs nicht entfernt so niedrig sein kann, ist der Gemse kaum die spärlichste Nahrung und nur da geboten, wo an steilen Felsen der Firn nicht haften kann.

Eine Frage von höchster Bedeutung ist es daher, weshalb das arktische Flachland vom Schnee, der in den Gebirgen dem organischen Leben eine Schranke setzt, im Sommer sich befreit und dadurch der Vegetation einen unbegrenzten Schauplatz eröffnet. Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, es wirkt eine Reihe physischer Bedingungen zusammen, um der arktischen Flora diesen Vorzug vor der des Gebirgs zu verschaffen. Da die Ansammlung dauernden Schnees nicht von der Mittelwärme, sondern davon abhängig ist, wie viel der Sommer aufzuthauen vermag, so scheint die Masse desselben zuerst in Betracht zu kommen, insofern bei gleicher Temperatur innerhalb einer gegebenen Zeit nur eine bestimmte Menge sich in abfliessendes Wasser verwandeln kann. Nun werden die Gebirge, die als kältere Körper den Wasserdampf verdichten, durchschnittlich stärker von Niederschlägen befeuchtet als die

Ebenen, und die grössere Menge des gefallenen Schnees muss daher das Aufthauen desselben im Sommer erschweren. Wäre aber die geringere Feuchtigkeit allein die Ursache, dass der arktische Sommer eine vollständige Beseitigung des in den übrigen Jahreszeiten angesammelten Schnees herbeiführt, so würde doch zuletzt ein Grenzwerth erreicht werden, wo auch bei geringerer Feuchtigkeit die verminderte Wärme nicht mehr genügte, denselben zu schmelzen, und wo daher die Schneelinie bis zum Meere herabsänke. Es muss daher ein Unterschied in der Erwärmung des Bodens liegen, der diese Wirkungen auch in den kältesten Klimaten der Erde verhindert. Die Wärme nun, welche der Erdboden von der Sonne empfängt, hängt theils von der Richtung ihrer Strahlen, theils aber auch davon ab, in welchem Verhältniss sich dieselben über eine gegebene Grundfläche vertheilen. Je ebener die Oberfläche sich gestaltet, desto mehr Wärme wird jedem einzelnen Punkte zu Theil, je mehr sie gewölbt oder unregelmässig zu schiefen Ebenen zerrissen ist, desto mehr vertheilt sich dasselbe Maass von Sonnenstrahlen über einen grösseren Raum, und desto geringer wird also die Gesammtwirkung. Dies ist das Verhältniss der Gebirgsketten zu den Ebenen. Was die der Sonne zugewendeten Abhänge gewinnen, verlieren die beschatteten, und im Ganzen ist auf einer gegebenen Grundfläche die Erwärmung des Schnees im Gebirge geringer als in einer Ebene. Dieselbe Sommerwärme kann nicht dieselbe Menge in Wasser verwandeln. Dazu kommen die langen Tage der arktischen Zone, die den Nachtheil aufwiegen, der aus der schieferen Richtung der Sonnenstrahlen entspringt. Da die Tageslänge im Sommer mit wachsender Breite um so grösser wird, bis am Pole selbst zuletzt die Nächte ein halbes Jahr hindurch ganz verschwinden, so werden auch hiedurch die Unterschiede der geographischen Lage in der arktischen Zone vermindert. Und da die Abplattung der Erde bewirkt, dass in den hohen Breiten jenseits des Polarkreises die schiefe Richtung der Sonnenstrahlen sich wenig mehr ändert, so treffen alle diese Momente in demselben Ziele zusammen, ein so gleichartiges Klima zu schaffen, wie es in der Schneelosigkeit des Erdbodens während des Sommers und in der übereinstimmenden Vegetation des Tieflandes uns entgegentritt.

Indessen sind die Unterschiede der Sommerwärme in verschiedenen Gegenden des arktischen Gebiets so bedeutend, dass Zweifel entstehen möchten, ob nicht jenseits der erforschten Polarländer der Schnee doch endlich auch am Ufer des Meeres sich erhalten müsste.

Auf der Melville-Insel (75° N.B.) hielt sich das Thermometer während Parry's Reise vom Juni bis zum August [3]) über dem Gefrierpunkte, ebenso wie es in Spitzbergen der Fall ist, aber im Nordwesten Grönlands, an der Küste von Smith's Sund ($78^1/_2$° N. B.) erlebte es Kane, dass nur der einzige Monat Juli zu einer Mittelwärme über 0° sich hob und also allein das Schmelzen des Schnees befördern konnte. Es ist jedoch noch ein anderes Verhältniss in Betracht zu ziehen, welches auch unter so nachtheiligen Bedingungen die Ebenen vor dem Gebirge bevorzugt und dazu beiträgt, die Wirkungen des Schmelzungsprocesses zu Gunsten des an die Oberfläche des Erdbodens gebundenen organischen Lebens zu erhöhen. Das durch die Sommerwärme erzeugte Wasser fliesst auf der geneigten Fläche der Gebirge nach abwärts und ertheilt bald wieder erstarrend den Schneekrystallen das körnige Gefüge des Firns, bis sich dieser, in die Thäler hinabgesenkt, zu der Bildung der Gletscher verdichtet. Ein grosser Theil des gebildeten Schneewassers bleibt somit an der Oberfläche und verwandelt sich durch die unaufhörliche Berührung mit demjenigen Schnee, der noch nicht geschmolzen, in Eis, welches ebenfalls dem Pflanzenleben keinen Raum lässt. In der Ebene hingegen kann das Wasser durch die Schwerkraft nur in senkrechter Richtung in die Tiefe gelangen, es durchdringt rasch die tieferen Schneelagen und verschwindet im Untergrunde, wo es der Mittelwärme des Klimas entsprechend zwar ebenfalls zu Eis wieder erstarren kann, aber in Eis, welches, mit den unterirdischen Gesteinen und Erdkrumen gemischt, auf die von der Sonne bestrahlte Oberfläche keinen erkältenden Einfluss übt, wie der Firn und das Gletschereis. Hier wird also das Wasser, welches die Temperatur des Gefrierpunktes besitzt, denjenigen Räumen, die unter dem erwärmenden Einflusse der Sonne stehen, auf dem kürzesten Wege und vollständig entzogen, und da diese Vorgänge unaufhörlich fortschreiten, so lange das Schmelzen des Schnees anhält, so wird die Zeit gewonnen, welche zur Entblössung der Oberfläche erforderlich ist. In dem einen Falle theilt sich die Kraft der Sonne, ausser dem Schnee auch den Firn und den Gletscher zu schmelzen, in dem anderen bildet sie Wasser, das wieder verschwindet, und das, wenn es aufs Neue gefriert, ihren Strahlen entzogen ist, die in die Tiefe des Erdbodens nicht eindringen. Der Zeitraum, bis der gefallene Schnee vollständig entfernt ist, verkürzt sich hinlänglich, um den Organen der Vegetation, die der Befreiung harren, wenigstens noch einige Wochen zu

ihrer Entwickelung übrig zu lassen. Bei gleich niedrigen Sommertemperaturen wird demnach der ewige Schnee der Gebirge in den arktischen Ebenen durch unterirdisches Eis ersetzt, und es wird eine oberflächliche Bodenschicht frei gegeben, deren Temperatur den Ansprüchen des vegetativen Lebens genügen kann.

Unter allen Breiten ist es nur der geneigte Boden, der Schnee und Eis an der Oberfläche dauernd anhäuft, aber in den arktischen Gegenden ist die Lage der Schneelinie grösseren Schwankungen unterworfen, weil ihre Bedingungen so verwickelter Natur sind. Zu den Einflüssen der Feuchtigkeit der Atmosphäre, der Gestaltung des Gebirgs, der Lage des unterirdischen Eises, die sämmtlich auf die Zeit einwirken, innerhalb deren die Sommerwärme zur Beseitigung des Schnees hinreichen kann, gesellen sich noch die Nachtheile, welche aus der schiefen Richtung der Sonnenstrahlen entspringen. Hiedurch wird nicht bloss die Wärme vermindert und in verschiedenen Höhen gleichmässiger, sondern auch der beschattete Raum, den die Bergkuppen verdecken, ungemein vergrössert. In dieser Hinsicht hat die wagerechte Ebene den grossen Vorzug, dass sie, abgesehen von den Wolken, völlig schattenlos ist, und daher das Maass der Wärme, welches der tiefe Sonnenstand ihr zu bieten vermag, gleichmässig und vollständig zu ihrer Befreiung verwendet.

Das unterirdische Eis, welches einen so hervorstechenden Zug der nordischen Natur bildet, ist seiner Lage nach nicht, wie der ewige Schnee, von den Jahreszeiten, sondern von der mittleren Temperatur des Erdbodens abhängig und reicht daher in Sibirien und Nordamerika weit über die Grenzen der arktischen Flora in das Innere des Waldgebiets. Seine untere oder Tiefen-Grenze entspricht, wenn es sich frei entwickeln kann, derjenigen Bodenschicht, wo das Thermometer dauernd auf dem Gefrierpunkte steht. Aber diese Tiefe, bis zu welcher das Eis in die Erde eindringt, richtet sich nicht nach der Temperatur allein, sondern zugleich auch nach der Beschaffenheit des Bodens, je nachdem derselbe das Wasser durchlässt oder zurückweist, aus dem es sich gebildet hat. Im lockeren Erdreich Sibiriens reicht es bis zu ungleich grösseren Tiefen als in den anstehenden granitischen Gesteinen des nördlichsten Amerikas. In Jakuzk ist der Boden bis zu einer Tiefe von 670 Fuss gefroren [4]), in derselben Breite (62°) fand Richardson [5]) am Mackenzie, im Innern von Nordamerika, nur eine 6 Fuss dicke Schicht, die Eis führte, nachdem das Erdreich über derselben im Sommer 11 Fuss tief auf-

gethaut war. Jedes Hemmniss, welches das unterirdisch abfliessende Schneewasser im Innern der Erde an Gesteinen findet, die es nicht durchlassen, wirkt nachtheilig auf die Oberfläche, indem es den Abfluss verlangsamt. Dennoch genügt, wie gesagt, die Sommerwärme überall, den Schnee von dem Flachlande, wenn auch erst spät, zu entfernen.

Auf der Neigung des Bodens beruhen die grössten Gegensätze, welche die arktische Natur hervorzurufen vermag. Es giebt einen Fall, wo das Gefälle des Wassers der Erwärmung der Oberfläche nicht bloss nicht nachtheilig ist, sondern sie sogar erhöht.

Wenn auf einer wagerechten Ebene das Schneewasser nach abwärts nicht abfliessen kann, sei es dass der Untergrund es nicht durchlässt oder dass die Wärme zu gering ist, um den Boden bis zu angemessener Tiefe aufzuthauen, so bilden sich im Sommer feuchte, sumpfige Flächen, deren Temperatur wegen der Nähe des unterirdischen Eises nicht über den Gefrierpunkt steigen kann. Solche Ebenen, deren geringe Bodenwärme dem Pflanzenleben höchst nachtheilig ist und nur die ärmlichste Vegetation zulässt, werden Tundren genannt; sie sind die eigentlichen Polarwüsten Sibiriens, die, für den Menschen unbewohnbar, auch den weidenden Thieren keine Nahrung gewähren. Wir werden späterhin sehen, wie gering die Tiefe ist, bis zu welcher diese ebenen Tundren im Sommer aufthauen [6].

Wenn aber der Boden gewölbt ist, ohne dass die Erhebung desselben die Linie des ewigen Schnees erreicht, und wenn daher das auf der Oberfläche herabrinnende Wasser mit deren Entblössung versiegt, so treten von nun an für die Vegetation die vortheilhaftesten Bedingungen ein, weil das trockene Erdreich von den Sonnenstrahlen stärker erwärmt wird als das feuchte, und weil von dieser Wärme um so weniger wieder verloren geht, je tiefer dasselbe bereits aufgethaut ist. Kommt dazu noch eine günstige Exposition gegen die Sonne, und je weiter diese den Horizont umkreist, um so verschiedeneren Lagen sendet sie ihre Strahlen, so wird der höchste klimatische Werth erreicht, der in dem Gebiete der arktischen Flora möglich ist, die verhältnissmässig grösste Wärme des Bodens und das längste Zeitmaass für die Entwickelung der Pflanzen. Die Thalbetten der grossen Flüsse, die vom Inneren beider Kontinente aus in das Eismeer sich ergiessen, stehen in diesem Verhältniss und bieten unmittelbar am Saume der Tundren die besten Weidegründe, die der Samojede Sibiriens, im Sommer nach Norden ziehend, mit seinen

Heerden aufsucht. Die sanfte Böschung, die den Flussthälern des Tieflands eigen ist, giebt ihnen den Vortheil des ebenen Bodens, dass ein bedeutender Theil des Schneewassers in dem unterirdischen Eise verschwindet. So findet sich auch in der berühmten Schilderung der Vegetation von Nowaja Semlja, welche Baer entwarf, die Bemerkung, dass die ebene Polarfläche einer Wüste, der geneigte Boden am Fuss der Berge, wenn er nicht Schnee- oder Gerölllager sei, einem Garten gleichen könne.

Den äussersten Gegensatz zu solchen Thalgründen bildet das eisbedeckte Innere von Grönland, wo die Exposition dieselbe sein kann, aber das Gebirge sich über die Schneegrenze erhebt und seiner Erhebung gemäss statt flacher Mulden steilere Berggehänge entwickelt. Ein grosser Theil von Grönland liegt tiefer als das Niveau des ewigen Schnees, der die Randgebirge der Westküste deckt, und so hat von Alters her sich hier eine zusammenhängende Masse von Gletschereis über das ganze Land, so weit man hat eindringen können, ausgebreitet[1]), welches in einer Reihe von Thaleinschnitten sich westwärts zur Baffinsbai bewegt und hier, in das Meer stürzend, jene schwimmenden Eisberge entladet, die, durch die Strömungen nach Süden getragen, erst in viel niedrigeren Breiten zur Schmelzung gelangen. Grönland ist das einzige Polarland, welches wegen des überwiegenden Einflusses der Schneegebirge nur seine Küsten dem organischen Leben öffnet. Wenn man sieht, wie sehr die grönländische Vegetation unter dem Einflusse hoher Gebirgserhebungen eingeschränkt und wie die der grossen Kontinente durch die sanfte Gestaltung der Flussthäler gefördert wird, so erinnert man sich an das ähnliche Verhältniss in den Alpen, wo die zerstörenden Gletscher sich unmittelbar mit blumenreichen Matten zu berühren pflegen.

Die grössten Gegensätze der arktischen Natur beruhen demnach auf der plastischen Bildung des Bodens. Das Meer, welches weiter südwärts die Klimate sondert, hat innerhalb des Gebiets einen verhältnissmässig geringen Einfluss auf die Vegetation, obgleich es, in der mannigfaltigsten Weise die Polarländer berührend und scheidend, durch seine Eismassen und durch die Strömungen, die sie bewegen, mittelbar für den Haushalt der arktischen Zone und für das Gleichgewicht der Lebensbedingungen von der entscheidendsten Bedeutung ist. Das Treibeis, welches es herbeiführt, übt auch einen unmittelbar erkältenden Einfluss auf die Küsten, an denen es sich anhäuft, aber der Charakter der Vegetation ist da, wo es fast niemals verschwindet,

von den dem offenen Polarmeere gegenüberliegenden Landschaften nicht wesentlich verschieden. Die Nordküste Islands erleidet freilich in gewissen Sommern, in denen das Treibeis sie belagert, den Verlust aller Hülfsquellen der Bewohner, aber dies sind nur periodische Erscheinungen. Die Flora der offenen West- und der eisumgürteten Ostküste Grönlands ist übereinstimmend [7]). Vielleicht beruht die Ausgleichung der Vegetation indessen nur darauf, dass die Höhen an der Ostküste weniger Schnee tragen [8]) und die Gletscher das Meer selten erreichen, welches daher hier von den grossen Eisbergen der Baffinsbai fast ganz frei bleibt.

Wäre das Meer indessen nicht geeignet, durch seine Strömungen das Polareis zu entfernen und das Klima der arktischen Küsten durch den Austausch mit dem Wasser niederer Breiten zu mässigen, ja bis zu einem gewissen Grade auszugleichen, so würde die Sommerwärme nicht genügen, die Bedingungen des Pflanzenlebens herzustellen. Die wachsende Anhäufung der Eismassen hätte die Polarzone längst vollständig, wie das Innere Grönlands, überdecken müssen. Indem aber das Meer dieselben beständig fortschafft und in diesem Sinne die Nachwirkungen der Winterkälte aufhebt, kommt die Sommerwärme dem Festlande reichlicher zu Statten und wird nicht im Schmelzen des Eises vergeudet. Der gleichartige Vegetationscharakter der arktischen Flora beweist, dass diese mittelbaren Wirkungen der Strömungen, wiewohl sie zunächst nur im atlantischen Meere in die Erscheinung treten, über das ganze Polarbecken sich ausdehnen, und, um dies zu begreifen, ist es erforderlich den Bahnen des Treibeises und der Eisberge einen kurzen Ueberblick zu widmen.

Auf offenem Meere bildet sich wenig Eis und auch dies nur von geringer Stärke, weil Wind und Wetter es immer wieder zerstören und wärmeres Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche treten kann. Auch ist nach der verschiedenen Ausstrahlungsfähigkeit der festen und der flüssigen Körper, durch welche auf dem Festlande in der langen Polarnacht die Temperatur zu den tiefsten Werthen herabsinkt, die Winterkälte auf dem Meere weit geringer und das organische Leben hoher Breiten daher in seinen Fluthen viel reicher und mannigfaltiger entwickelt. Die arktischen Küsten sind es, an denen die grossartige Eisbildung des Meerwassers stattfindet, aber auch hier nur da, wo die aus dem Süden kommenden Strömungen sie nicht verhindern. Das von den Kontinenten umschlossene Polarbecken hat eine kreisähnliche Gestalt und bietet dem Austausch der Meeres-

strömungen, die das Wasser von ungleicher Temperatur und Dichtigkeit ins Gleichgewicht zu setzen streben, nur zwei Oeffnungen dar, beide im atlantischen Meer, im Osten und Westen von Grönland. Denn die Behringstrasse ist zu seicht, um das Eis nach der Südsee fortzuschaffen, das gerade in dem hier geöffneten Theile des Polarmeers eine solche Stärke erreicht, dass es zuweilen 60—80 Fuss tief in das Wasser eintaucht [9]). Jenen beiden Oeffnungen nun entsprechen zwei warme und zwei kalte Strömungen, die das Klima der hohen Breiten mit dem der gemässigten Zone vermitteln. Durch die Rotation der Erde werden die beiden ersteren an die westlichen, die beiden letzteren an die östlichen Küsten des Festlands gedrängt, weil jene nach Norden, diese nach Süden streben, und dies ist die Ursache der Zugänglichkeit der Westküsten für die Schifffahrt im Norden des atlantischen Meeres. Eine weite Strecke hin nach Norden bleibt dieses eisfrei, im Bereiche des Golfstroms, der zwischen Nowaja Semlja und Spitzbergen dem arktischen Strome mit seinen Eisfeldern begegnet und im Westen der letzteren Insel den Wallfisch- und Robbenfang bis zum 81. Breitengrade möglich macht. Ebenso ist es in der Baffinsbai eine nach Norden gerichtete Strömung [10]), welche die Kolonieen der grönländischen Westküste in leichte Verbindung setzt, während der östliche Abschnitt dieses grossen Meerbusens durch den vom Lancaster Sund kommenden und nach Labrador abfliessenden arktischen Strom beherrscht wird. In die unerforschten Umgebungen des Pols endlich muss man die den Austausch mit dem Golfstrom vermittelnde arktische Strömung versetzen, die das Küsteneis Sibiriens aus allen Meridianen zwischen Nowaja Semlja und der Behringstrasse an die Nordseite Spitzbergens und weiter an die Ostküste Grönlands führt, wo dessen Ursprung an dem mitgeführten Treibholze bis nach Island hin erkannt wird, welches, aus den nordasiatischen Wäldern stammend, mit den Flüssen von dort aus in das Eismeer gelangte.

So gleichartig auch die Vegetation sowohl an den eisumsäumten als den freien Küsten ihren Bestandtheilen nach entwickelt ist, so übt doch auf den Umfang des Gebiets der arktischen Flora das System dieser Meeresströmungen den umfassendsten Einfluss aus und beweist hiedurch seine klimatische Bedeutung. Den arktischen Pflanzenformen selbst genügt es, einige Wochen zu gewinnen, in denen der Erdboden schneefrei ist, und hiezu reicht auf dem Flachlande die Sommerwärme aus, wenn auch das Treibeis vorüberfluthet:

die Wälder aber, die einer längeren Vegetationsperiode bedürfen, können dem erkältenden Einflusse arktischer Meeresströmungen nicht widerstehen, wenn die Tage wieder kürzer werden und die Sonne nun rasch an erwärmender Kraft verliert. In Skandinavien finden wir nur eine alpine, keine arktische Flora, die Bäume reichen hier bis in die Nähe des Nordkaps (71° N.B.), weil der Golfstrom bis hieher die Küste von Eis frei erhält, aber schon im Gouvernement Archangel, im europäischen Samojedenlande, tritt die Waldgrenze in den Kontinent [66°] [11]) und zieht sich nun von hier aus durch ganz Sibirien, in einem bestimmten Abstande von der Küste verharrend [Jenisei 69½°, Taimyrland 71½°, Lena 71°, Behringstrasse 64°] [12]). Hier verbrauchen die Eismassen, um sich vom Festlande abzulösen, diejenige Wärme, welche tiefer landeinwärts den Wäldern zu ihrer Erhaltung dient. Dieser Schmelzungsprocess des Küsteneises ist auch die Ursache von der tiefsten südlichen Kurve der Baumgrenze, welche die Wälder Nordamerikas beinahe bis zur Breite von Petersburg zurückdrängt und der arktischen Flora eine um so grössere Ausbreitung nach Süden einräumt [Behringstrasse 66½, Grosser Bärensee 67°, Hudsonsbai 60½°] [12]). Denn das arktische Festland Amerikas ist weit ungünstiger gestellt als Asien, theils weil zwischen der Behringstrasse und der Mündung des Mackenzie die Strömungen das Eis so langsam entfernen und das Wachsthum desselben hier am stärksten ist [9]), theils weil es in der Hudsonsbai selbst keinen Ausgang nach Süden findet, also an Ort und Stelle schmelzen muss, in diesem kalten Behälter, der im Sommer nicht bloss sein eigenes Wintereis, sondern auch diejenigen Massen verzehren muss, die von der Davisstrasse hineingelangt sind. In den westlicher gelegenen Meridianen, wo der der Küste anliegende Archipel grosser Inseln, wie Banksland und Wollastonland, die Anhäufung des Eises mindert, erreicht die Baumgrenze die grösste Polhöhe (67°) in Amerika.

Die arktische Flora selbst also behauptet den Charakter grosser Gleichartigkeit, der jedoch durch die geognostische Bildung des Erdreichs und die davon abhängige Temperatur der Bodenfeuchtigkeit in einem grossen Verhältniss beeinflusst wird. Fragen wir nun, worin diese Gleichheit physischer Bedingungen besteht, von der die Pflanzenformen nur der Ausdruck sind, so finden wir das Uebereinstimmende in der Kürze der Vegetationsperiode und in der verhältnissmässig geringen Wärme auch dieses Zeitraums. Es giebt viele Gegenden im arktischen Gebiet, wo die Lufttemperatur wie in Spitz-

bergen nur in den drei Sommermonaten über den Gefrierpunkt steigt, und da die Saftbewegung der Pflanzen nur dann möglich ist oder durch die Sonnenstrahlen eingeleitet fortdauern kann, wenn der Boden flüssiges Wasser liefert, so muss ihre Organisation so eingerichtet sein, dass sie einen Winterschlaf von wenigstens 9 Monaten ertragen können. In einigen arktischen Ländern erstreckt sich die über dem Frostpunkt liegende Wärme auf einen längeren Zeitraum, in Island und an der grönländischen Westküste sogar bis auf 5 oder 6 Monate [13]), und doch verlängert sich auch in diesem Falle die Vegetationsperiode nicht bedeutend, denn es geht eine beträchtliche Zeit verloren, bis der Schnee des Winters weggeschmolzen ist, oder wenn in den Herbstmonaten neue Schneefälle eintreten. Es ist dasselbe Verhältniss wie in der alpinen Region der Alpen oberhalb der Waldgrenze, wo z. B. auf dem Bernhardhospiz [13]) 5 Monate lang die Lufttemperatur über dem Gefrierpunkte steht und doch wegen des Zeitverlustes, bis der Schnee entfernt ist, der Vegetation nur eine Periode von etwa 3 Monaten zu Gebote steht, die dem Baumleben nicht genügt. Ich nehme an, dass die arktische Flora ebenfalls die Entwickelungsperiode ihrer Pflanzen nicht leicht über 3 Monate verlängern kann, dass sie aber in Gegenden, wo der Schnee erst spät im Sommer verschwindet, auch mit einer viel kürzeren Zeit auszukommen hat, und dies ist ein wichtiger Gesichtspunkt, der in der Organisation ihrer Pflanzenformen seinen Ausdruck finden wird.

Wäre aber auch ein früheres Erwachen und eine längere Erhaltung des Saftumtriebes möglich, als jenes angenommene äusserste Zeitmaass umfasst, so würden doch alle die Gewächse ausgeschlossen bleiben, die zur Vollendung ihrer jährlichen Bildungen zwar die erforderliche Zeit hindurch flüssiges Wasser im Boden fänden, deren Entwickelung aber an höhere Temperaturen gebunden ist. Dies ist die Ursache, weshalb die Bäume nicht mehr fortkommen, von denen die Birke, die unter den Laubhölzern am weitesten in kalte Klimate vordringt, doch erst bei einer Wärme von 6° R. den Frühlingstrieb zu entwickeln beginnt. Diese Wärme wird in Grönland, in der Breite von Island (65°), kaum 2 Monate hindurch, im Juli und August, erreicht, also viel zu kurze Zeit für die Vollendung ihres jährlichen Wachsthums. An den Südgrenzen des arktischen Gebiets, wo die Bäume ihre Lebensbedingungen zu finden anfangen, können wir den Einfluss, den die Kürze der Entwickelungszeit auf die Vegetation ausübt, am sichersten erkennen. Der Süden Islands, der vom Golf-

strome berührt wird, aber doch keine einheimischen Bäume besitzt, kann als ein solcher Grenzpunkt gelten: denn in Reikiawik (64°) gelingt es kleine Birken zu ziehen, wenn sie vor den stürmischen Winden hinlänglich geschützt sind. Klimatisch ist dies nun dadurch erklärlich, dass hier die Monatswärmen vom Mai bis zum September über 6° sich erheben, während an der Nordküste, am Eyafjord, dies nur im Juli und August, wie in Grönland, der Fall ist. Die Baumgrenze würde daher die Südküste Islands berühren, wie es vielleicht in früheren Zeiten der Fall gewesen ist, aber da der Wald keinen Schutz findet, ist die arktische Flora in den offenen Raum eingetreten. Im entgegengesetzten Sinne rücken an der Petschora und anderen Flüssen des arktischen Russlands die Bäume nach Norden hinaus in die Tundren des Samojedenlandes [14] [bis $67\frac{2}{3}$°]. Zwischen diesen zungenähnlich in den Stromthälern vorgestreckten Waldungen breitet sich die baumlose Ebene weithin südwärts aus (bis 66°): so ist an der unteren Kolwa in der Breite des Polarkreises der Wald nur etwa eine halbe g. Meile breit und wird nach Norden allmälig schmaler und, wie es Waldinseln innerhalb der Tundren giebt, so zeigen sich auch waldumschlossene Tundren diesseits der Grenzen des zusammenhängenden Waldgebiets. Solche Erscheinungen erklären sich in den südlichen Steppen leicht aus der grösseren Feuchtigkeit des Bodens in der Nähe der Strombetten, weil daselbst die Baumlosigkeit von trockenen Jahreszeiten abhängig ist, welche die Dauer der Vegetation über das den Bäumen nothwendige Maass hinaus verkürzen. Aber in der arktischen Zone ist nicht Trockenheit, sondern die durch die kältere Temperaturkurve verkürzte Vegetationszeit die Ursache der Waldentblössung, indem die Flussthäler durch ihre tiefere Lage die Erscheinung bedingen. Denn im Petschoragebiet sind die Flussbetten allgemein von zwei Terrassen eingefasst, deren Böschungen, vor den Luftströmungen, vor dem Ungestüm kalter Nordstürme, geschützt, nach oben vorzugsweise bewaldet sind. Wäre es die angesammelte Wassermasse des Stromes oder die Nähe des Meeres, wodurch das Klima örtlich gemildert würde, so würde im ersteren Falle der untere Theil der Terrassen bewaldet sein, der von Stauden und Weidengebüsch bedeckt ist, im letzteren müsste die Baumgrenze gleichmässiger dem Abstande von der Küste folgen. Aber nur die gewundenen Flusslinien begleitet der Wald, dessen Tannenstämme noch 2 Fuss im Durchmesser messen, und breitet sich oberhalb der feuchteren Gebüsche aus, wo er sich an der oberen Terrasse hinauf-

zieht und in der wagerechten Tundra aufhört. Den Abstand beider Abhänge schätzte Schrenk an der Kolwa auf 600 — 1800 Fuss.

Aber nicht die Kürze der Vegetationszeit allein ist es, wodurch die Bäume aus dem arktischen Gebiete zurückgewiesen werden. Fänden sie auch die entsprechende Temperatur, ihren Saftumtrieb zu beginnen, und Zeit genug, ihn zu vollenden, so würden doch die höheren Wärmegrade ihnen entgehen, deren sie in den mittleren Zeiten ihres Wachsthums bedürfen. Unter allen ermittelten thermischen Werthen entspricht die Juliwärme von 8° R. der Polargrenze der Wälder am vollständigsten. Die Pflanzen der gemässigten Zone sind in dem jährlichen Kreislauf ihrer Wachsthumsphasen auch an die höheren Werthe der Temperaturkurve gebunden, die sie im arktischen Gebiete nicht mehr empfangen würden. In manchen Fällen, wie beim Weinstock, ist es leicht zu erkennen, dass die einzelnen Abschnitte der jährlichen Entwickelung an die Temperatur verschiedene Ansprüche machen, aber dies ist als eine allgemeine Forderung der Vegetation anzusehen. Zwischen der arktischen Flora und dem südwärts angrenzenden Waldgebiete ist nun aber der bemerkenswerthe Unterschied, dass auch die höchste Wärme in den hohen Breiten wegen der schiefen Richtung der Sonnenstrahlen viel zu niedrig bleibt, um südlicheren Gewächsen genügen zu können. Jede Aenderung der Exposition gegen die Sonne kann daher in der Nähe der Baumgrenze schon genügen, Waldinseln in das Gebiet der arktischen Vegetation vorzuschieben. Legen wir die Wärme des Sommers als desjenigen Zeitraums zu Grunde, der in der arktischen Flora für das Pflanzenleben allein in Betracht zu ziehen ist, so umfassen die Werthe, die aus den meteorologischen Messungen sich ergeben, eine Reihe, deren unterstes Glied nach Kane's Beobachtungen in Rensselaer's Hafen [15] [Smith's Sund, 78 1/2° N.B.] nur einen halben Grad (+ 1/2° R.) über den Gefrierpunkt sich hebt, während eins der höchsten am Eyafjord in Island (6°,1) über sechs Grad hinaufreicht und freilich in Reikiavik (9°,6) noch um viertehalb Grade übertroffen wird. Aber auch in dieser Beziehung stimmt der Süden Islands mit den Werthen überein, die in Europa und Sibirien in der Nähe der nördlichen Baumgrenze ermittelt sind [9°,5; 8°,1 [15]]: hier scheint also eine rasche und bedeutende Steigerung der Sommerwärme einzutreten, wie sie den klimatischen Ansprüchen des Baumlebens entspricht. Innerhalb der alpinen Region der Alpen finden wir dieselbe Sommerwärme (4°,9), wie unter dem 69. Breitengrade in Grönland.

Nehmen wir an, dass im Gebiete der arktischen Flora die Sommerwärmen vom Gefrierpunkte bis zu 6° R. anwachsen, so ist der übereinstimmende Charakter der Vegetation nur dadurch zu erklären, dass diejenigen Pflanzenformen, in welchen diese Gleichartigkeit sich ausspricht, entweder von der Verkürzung der Entwickelungsperiode, die in den kälteren Gegenden eintritt, unabhängig sind, oder dass die Aenderungen der Temperatur dieselben in ihrem Gedeihen nicht beeinträchtigen. Das Letztere ist aber deshalb zu verwerfen, weil, wenn die Bodenfeuchtigkeit durch unterirdisches Eis auf den Gefrierpunkt herabsinkt und also mit der Sommerwärme von Rensselaer's Hafen nahe übereinstimmt, die Vegetation sich sofort wesentlich ändert und fast nur noch aus Kryptogamen besteht. Von der Bodenfeuchtigkeit aber hängt die Temperatur des Saftes unmittelbar, von der Luftwärme nur mittelbar ab. Wenn also die Ausbeute am Smith's Sund aus arktischen Stauden bestand, die auf den Tundren Sibiriens nicht mehr fortkommen, so kann die Ursache nur darin liegen, dass dieselben an der höheren Wärme einer kürzeren Entwickelungsperiode Genüge finden, die auf dem gefrorenen Boden, der nur zu unbedeutender Tiefe aufthaut, niemals eintreten kann. Sie wachsen doch wenigstens während des Juli (2°,7) in einer Luftwärme, die fast dieselbe ist wie die Temperatur der drei Sommermonate der Melville-Insel (2°,3) und der grönländischen Kolonie Upernivik (2°,7). Nach dieser Auffassung können offenbar nur diejenigen Bestandtheile der arktischen Pflanzenformationen bei verschiedenen Sommerwärmen übereinstimmen, die einer ungemeinen Verkürzung ihrer Entwickelungsperiode fähig sind, und hieraus ergiebt sich, dass die Mannigfaltigkeit der Flora in demselben Verhältniss abnehmen muss, als der Sommer kälter wird. Dies aber bestätigt sich allgemein durch den höchst ungleichen Ertrag an verschiedenen Pflanzenarten, den die sorgfältigsten Sammlungen aus den einzelnen arktischen Ländern ergeben haben, und der fast überall in geradem Verhältniss zu der Sommerwärme steht. Mit der Abnahme derselben bleibt eine Organisation nach der anderen zurück, aber die Pflanzenformen, welche an den kältesten Punkten noch übrig bleiben, tragen doch denselben Charakter, sie gruppiren sich zu ähnlichen Formationen. Die höchste Sommerwärme unter allen arktischen Ländern, von denen umfassende klimatische Messungen vorliegen, hat Island: diese Insel hat bereits gegen 450 Gefässpflanzen geliefert [16]; hierauf folgen, nach dem Artenreichthum geordnet, der

Reihe nach die Westküste Grönlands (60—70°) mit 323, das europäische Samojedenland mit 265, das sibirische Taimyrland mit 124, Spitzbergen mit 93, Insel Melville mit 60 Arten.

Beobachtungen über den Entwickelungsgang gewisser arktischer Pflanzen werden uns eine deutliche Vorstellung davon geben, welcher Verkürzung derselbe fähig ist. Kaum dass die kleinen Polarweiden, die nur Triebe von Zollgrösse aus dem Boden hervorstrecken, von den ersten Sonnenstrahlen getroffen werden, so fangen ihre Kätzchen schon an zu blühen, obgleich eine Safterneuerung aus dem gefrornen Boden noch Wochen lang unmöglich ist. Die Sonne thaut nur den Saft im Gewebe ihrer äussersten Triebe und Knospen, und diese vollenden ihre physiologische Aufgabe, während der grösste Theil des Organismus, der unterirdische Holzstamm, noch im Winterschlafe verharrt und vielleicht nur in günstigen Jahren zu vollständigem Saftumtrieb und entsprechendem Wachsthum gelangt. Andere Gewächse bringen ihren Samen nicht jedes Jahr zur Reife, wenn der Sommer zu rasch vorübergeht, aber sie erhalten sich doch vermöge ihrer dauerhaften Vegetationsorgane.

Die unsymmetrische Vertheilung der Sommerwärme ist eine Folge von den unregelmässigen Grenzen des Festlands und des Meers im Polarbecken, sowie von den Bahnen und Stauungen der Meeresströmungen und ihrer Eisfelder. Wird aber hiedurch die Anordnung der Pflanzen zwar bis zu einem gewissen Grade bestimmt, so ist doch noch ein anderes, einflussreiches Moment vorhanden, wodurch die Wärme, die der Vegetation wirklich zu gute kommt, unter dem Wechsel äusserer Bedingungen und ungeachtet der ungleichen Dauer der Vegetationszeit doch in viel höherem Grade übereinstimmend erhalten wird, als die Beobachtungen über die Luftwärme erwarten lassen. Denn nicht diese, wie sie im Schatten gemessen wird, sondie unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen ist das Maass für die klimatische Sphäre der arktischen Gewächse, insofern nicht die Feuchtigkeit, die aus dem unterirdischen Eise stammt, dieselbe einschränkt. Da alle grösseren Pflanzenformen fehlen, ist die Ebene oder der flach geneigte Boden wesentlich schattenlos, und die Vegetation steht daher unter dem höheren Wärmeeinfluss, den die Sonne ihr gewährt. Wie viel diese Steigerung der Temperatur beträgt, lässt sich in Ermangelung geeigneter Instrumente nicht genauer angeben, aber dass sie bedeutend sei, erkennt man an den Messungen Kane's mit dem geschwärzten Thermometer, welches er der Sonne aus-

setzte[15]). Schon vom 16. Mai an stieg dessen Wärme täglich über den Gefrierpunkt (nur am 22. war dies nicht der Fall), erreichte bereits am 15. Juni 7° R., am 26. beinahe 10°; am 5. Juli wurde die höchste Insolation mit 16°,9 beobachtet, ergab noch am 11. August über 15° und sank erst nach dem 4. September wieder unter 0°. Es fand demnach über viertehalb Monate lang eine Erwärmung des Bodens und der Pflanzen statt, bei welcher flüssiges Wasser gebildet wurde und sich in den Geweben bewegen konnte. Die mittlere Sommerwärme von +0°,5 giebt also in Rensselaer's Hafen nur eine sehr ungeeignete Vorstellung von dem, was die Vegetation von den Sonnenstrahlen empfängt. Fügen wir hinzu, dass, wie gesagt, die Abplattung des Pols die Abhängigkeit der Insolation von den Breitengraden mässigt, weil die Richtung der Strahlen in Folge dessen sich innerhalb des Polarkreises wenig mehr ändert, und dass dagegen die rasch zunehmende Tageslänge die Wirkungen der Sonne vielmehr mit wachsender Polhöhe steigert, so ist es einleuchtend, dass bis zum Pole selbst es der Vegetation arktischer Pflanzen an Wärme nicht fehlen würde, und dass die klimatischen Unterschiede, die demohngeachtet stattfinden und die in der Vertheilung der Pflanzenformen ihren Ausdruck finden, nicht dem Stande der Sonne, sondern nur dem Schnee und Eis beizumessen sind, deren ungleiche Masse über oder in dem Erdboden der Luft und den Pflanzen die Wärme entziehen kann.

Die Unterschiede der Winterkälte sind im Gebiete der arktischen Flora ungleich grösser als die der Sommerwärme. Die letztere bildet wie bei uns eine regelmässige Temperaturkurve, weil sie vom Stande der Sonne abhängt, die Strenge des Winters ist unregelmässiger über die langen Polarnächte vertheilt, weil die tiefsten Temperaturen von der Heiterkeit des Himmels und namentlich in der Nähe der Winterkältepole von der Stille der Luft abhängen. In mehreren Fällen hat man erst gegen den Schluss des Winters die grösste Kälte eintreten sehen, zu einer Zeit, wo die Eisbedeckung von der Küste aus am weitesten in das Meer hinausreicht, also die Ausstrahlung überall von festen Körpern, nicht mehr zugleich von Wasserflächen ausgeht, auf denen ihre Wirkungen geringer sind: so im Februar auf Nowaja Semlja und erst im März am Smith's Sund.

Die Winterkälte beschränkt die arktische Vegetation weniger durch ihre Strenge als durch ihre Dauer. Es ist indessen selbstverständlich, dass alle einheimischen Pflanzen hartem Frost zu wider-

stehen geeignet sein müssen. Die allgemeinsten Mittel, welche die Natur anwendet, die ausdauernden Gewächse den Winter hindurch zu erhalten, würden unter der Schneedecke, welche die Vegetation einhüllt, zum Theil nicht wirksam sein. Weiche Stengel und Blattorgane, die durch Zerrung ihres Gewebes bei eintretender Kälte am meisten gefährdet sind, und die in der gemässigten Zone vor dem Eintritt des Winters entfernt werden, kommen hier seltener vor[17]) oder werden durch den Schnee vor Fäulniss bewahrt, ohne dass ihre Erhaltung im gefrorenen Zustande der Pflanze nachtheilig sein könnte. Diejenigen Organe aber, die in folgenden Jahren sich wiederbeleben und die in wärmeren Gegenden allein übrig bleiben, erhöhen wie dort ihre Kohaesion durch holzige Inkrustationen des Gewebes oder durch eine starre Oberhaut. Den zarten Knospen, die überwintern sollen, ist eine Hülle von Tegmenten gegeben, welchen ebenfalls eine grössere Widerstandskraft gegen die durch die Kälte veränderten Spannungen der Gewebe zukommt. Aber es müssen doch im arktischen Klima die Säfte viele Monate lang gefroren sein, auch wenn der Schnee sie vor den tieferen Kältegraden schützt. Worin eigentlich die Verschiedenheiten der Organisation bestehen, dass bei gewissen Pflanzen der Saft zu Eis erstarren kann, bei anderen nicht, ohne das Leben zu gefährden, ist bis jetzt ein physiologisches Räthsel, dessen Dunkelheit noch dadurch erhöht wird, dass tropische Gewächse schon bei Temperaturen oberhalb des Frostpunktes erfrieren können. Man würde sonst vermuthen, dass die Erstarrung des Safts diejenigen Veränderungen der Molekularstruktur hervorbringe, die man namentlich bei den plastischen Stoffen, dem Eiweiss, wenn es dem Froste ausgesetzt war, bemerkt hat, und die sich in dem Charakter ihrer endosmotischen Kräfte äussern[18]). Die Erhaltung dieser Eigenschaften, auf der die Regelmässigkeit des Saftaustausches zwischen den Geweben beruht, hängt also nicht bloss von dem Aggregatzustande der wirksamen Stoffe, sondern überhaupt von der Temperatur ab, welche die Organe von ihren Umgebungen empfangen, und deren Sinken sie durch eigene Wärmeerzeugung vielleicht in beschränkter Weise Widerstand zu leisten vermögen. Wie ungeachtet der chemischen Gleichheit der plastischen Stoffe, die doch kaum zu bezweifeln ist, verschiedene Gewächse gegen die Temperatur sich so ungleich verhalten, ist aus der Wärmeleitung allein nicht wohl zu erklären. Die Erscheinung, dass gewisse Pflanzen einen Frost von -8° ertragen, aber bei noch tieferer Temperatur erfrieren, ist der,

dass andere schon bei niederen Wärmegraden über dem Gefrierpunkte zu Grunde gehen, vergleichbar. Bei diesem ungenügenden Standpunkte der physiologischen Kenntnisse über die Wirkungen des Frostes sind doch verschiedene Einrichtungen leicht verständlich, durch welche die arktische Vegetation bis zu einem gewissen Grade gegen die Strenge des Winters geschützt wird. Die geringe Grösse aller Erzeugnisse der arktischen Flora ist in dieser Hinsicht charakteristisch. Da der Erdboden schon in sehr geringer Tiefe wärmer bleibt als seine Oberfläche, die durch die Ausstrahlung am stärksten abgekühlt wird, so ist es für die Temperatur, welche das Gewebe im Winter zu ertragen hat, von Wichtigkeit, dass die arktischen Pflanzen überwiegend ihre unterirdischen Organe entwickeln, dass sie weniger als in anderen Zonen die Hauptaxe in die Luft strecken und den Austausch mit derselben vielmehr durch rasenförmiges Wachsthum, also durch zahlreichere Zweigbildungen zu erreichen streben. Und wie man aus den Wärmegraden schliessen darf, die in das Innere lappländischer Bäume eingesenkte Thermometer ergaben [19]), wird auch denjenigen Organen, welche der tieferen Lufttemperatur ausgesetzt sind, einige Hülfe dadurch zu Theil, dass die Wärme in der Richtung der Faser, also von den Wurzeln aus leichter als im Sinne ihres Querdurchmessers geleitet wird. Das Gewebe ist geringeren Schwankungen der Temperatur ausgesetzt als die den Boden berührenden Schichten der Atmosphäre. Weit wichtiger aber für die Erhaltung des Lebens im Winterschlaf ist der Schutz, den die vollständige Einhüllung so kleiner Organisationen im Gewande des Schnees gewährt. Je stärker die Schneelager anwachsen, desto weniger pflanzt sich die Wirkung der Ausstrahlung in den Himmelsraum, bei welcher das Quecksilber vielleicht erstarrt, in die Tiefe derselben fort; die Temperatur, welche die überwinternden Organe annehmen, wenn sie in ihrem vollen Wachsthum von den ersten Schneefällen begraben werden, ändert sich nicht bedeutend, wie auf unbedecktem Erdreich. Versuche haben ferner gelehrt, dass die Gefahr des Erfrierens mit der Geschwindigkeit des Aufthauens der Säfte erheblich gesteigert wird. Dadurch nun, dass der Sommer den Schnee allmälig entfernt, treten die Organe ebenfalls allmälig aus der Erstarrung hervor, und längere Zeit hindurch hält sich die Temperatur ihres Gewebes auf dem Gefrierpunkte, so dass die Säfte mit entsprechender Langsamkeit wieder flüssig werden.

Die Kleinheit der arktischen Pflanzen ist das vorzüglichste Mittel, der Dauer der Winterkälte zu begegnen: hierauf beruht die Möglichkeit, den jährlichen Kreislauf des Wachsthums auf das kürzeste Zeitmaass einzuschränken. Denn mit dem Umfang der vom Organismus zu leistenden Arbeit wachsen die Ansprüche an die Zeit, die zu ihrer Vollendung erforderlich ist. Aber auch dem Raume nach ist es nothwendig, die grösste Sparsamkeit im Wachsthum eintreten zu lassen, weil die Schicht unorganischen Bodens, welche auch im Sommer allein die angemessene Wärme darbietet, von so geringer Dicke ist, nach oben begrenzt durch eine Atmosphäre, die zu kalt bleibt, nach unten durch das schmelzende Eis. Wenn der Schnee entfernt ist und das unterirdische Eis aufzuthauen anfängt, so wird die Vegetation um so früher beginnen können, je weniger tief ein Gewächs seine Wurzeln in den Boden senkt. Man hat beobachtet, dass, sobald dieselben bei ihrem Wachsthum nach abwärts auf das Eis treffen, sie anfangen sich wagerecht zu biegen. Baer[20]) beschreibt die arktische Varietät von einer Valeriana (*V. capitata*), welche durch im Boden kriechende Stammorgane sich von dem Typus unterscheidet, der in solchen Gegenden Russlands wächst, wo kein unterirdisches Eis vorhanden ist. Allgemein, bemerkt er, komme der arktischen Vegetation die Tendenz zu, die unterirdischen Organe in horizontaler Richtung zu entwickeln. An Masse übertreffen diese die Luftorgane ausserordentlich. Den im Erdboden verborgenen Stamm einer Weide (*Salix lanata*) sah er in Nowaja Semlja 10 bis 12 Fuss weit hinkriechen, ohne das Ende zu erreichen, wogegen kein einziges der auf dieser Insel einheimischen Gewächse, selbst Gräser und Sträucher nicht, über eine Spanne hoch sich in die Luft erheben, viele nur 2 bis 3 Zoll gross werden und eine Grösse von 6 Zoll schon sehr selten ist. Solche Organe nehmen daher um so leichter die Temperatur der obersten Bodenschicht an und bleiben vor der kalten Luft, in der sie doch leben sollen, bewahrt. Denn fast alle arktischen Pflanzen perenniren durch unterirdische Stämme; einjährige Gewächse, die im Winter nur den Samen übrig lassen, fehlen fast ganz. Von allen Körpern, die mit dem Organismus in Berührung kommen und ihm ihre Temperatur mittheilen, wird eben die Bodenschicht, in welcher er wurzelt, von den Sonnenstrahlen am stärksten erwärmt.

Die auf das Aeusserste getriebene Benutzung der gespendeten Sommerwärme und der Schutz gegen die Kälte sind so sehr die über-

wiegenden Momente unter den Lebensbedingungen der arktischen Flora, dass alle übrigen, Feuchtigkeit, bereite Nahrungsstoffe, angegemessene physische Beschaffenheit des Erdreichs dagegen kaum in Betracht kommen. Nirgends fehlt es an Wasser, wo die Sonne beständig die Vorräthe des Winters zu schmelzen hat und die raschen Sprünge der Luftwärme den Niederschlag befördern. Durch die übermässige Ansammlung der Feuchtigkeit wird ihr Gefälle behindert, so dass die höhere Erwärmung des geneigten Bodens mit dessen angemessener Bewässerung zusammenfällt. Wie in dem Waldgebiet, sind übrigens auch in der arktischen Zone die atmosphärischen Niederschläge, Schnee oder Regen, über das ganze Jahr vertheilt.

Wie die Tageslänge auf die arktische Vegetation wirke, ist physiologisch noch wenig aufgeklärt. Beschleunigen kann sie das Wachsthum nicht, da der Eintritt der Entwickelungsphasen von der Steigerung der Temperatur abhängt und die geringe Wärme dieselben südlicheren Gegenden gegenüber verzögern muss. Baer säete Kressesamen auf Nowaja Semlja aus und sah die Pflanzen sich dreimal so langsam wie in Petersburg entwickeln [20]. Allein da das vegetative Leben auf dem steten Wechsel zwischen der beleuchteten, die Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Luft bewirkenden Tagesarbeit und den nächtlichen Ausscheidungen von Gasen beruht, so bleibt es unaufgeklärt, wie das veränderte Maass dieser Zeiträume auf die Organisation einwirke. Es dürfen besondere Einrichtungen vorausgesetzt werden, wodurch die arktischen Pflanzen von der veränderlichen Tageslänge unabhängiger sind als die Vegetation in anderen Klimaten.

Wollte man versuchen, das Gebiet der arktischen Flora nach den entscheidenden klimatischen Momenten geographisch einzutheilen, also nach der Dauer der Vegetationszeit und nach der Lage von Schnee und Eis im Sommer, wodurch die Wärme der Pflanzen während dieser Periode bestimmt wird, so würde man wegen des lokalen Charakters solcher Einwirkungen nicht sowohl grössere Räume, als die einzelnen Vegetationsformationen zu unterscheiden haben. Hier sind die topographischen Gegensätze das Maassgebende, nicht die klimatischen. Auch die Exposition und die ungleiche Erwärmungsfähigkeit der Bodenbestandtheile, Bedingungen, welche die Temperatur, die den Pflanzen zu Gebote steht, und dadurch zugleich die Dauer der Vegetationszeit mächtig beeinflussen, sind örtliche Erscheinungen, durch welche die Formationen sich von einander ab-

sondern. Indessen ist der physische Charakter des unorganischen Substrats, worin die Vegetation wurzelt, doch auf grossen, geographischen Räumen so übereinstimmend, dass ganze Erdtheile oder Inseln einen gemeinsamen Charakter der Flora nicht verkennen lassen. Da das anstehende Gestein am stärksten erwärmungsfähig ist und dieses in der Polarzone des amerikanischen Kontinents von lockeren Erdkrumen wenig bedeckt wird, so fehlen hier die Moostundren, die auf dem Festlande von Asien und Europa vorherrschen, wo das in der Glacialzeit durch die Ablagerung aus den Flüssen erweiterte Tiefland die Küste des Eismeers bildet. Je dürftiger die Vegetation ist, desto weniger Humus wird erzeugt, und daher sind die felsigen Inseln Nowaja Semlja und Spitzbergen im Nachtheil gegen Grönland und Island, wo die Vegetationszeit am längsten dauert und daher die arktische Flora verhältnissmässig am reichsten entwickelt ist.

Im grössten Theile seines Umfangs würde das Gebiet der arktischen Flora den menschlichen Ansiedelungen fast ganz verschlossen bleiben, wenn nicht die Erzeugnisse des Meers den Unterhalt gewährleisteten und die Wanderungen der Samojeden im alten, der Eskimos im neuen Kontinent veranlasst hätten. Die abgelegeneren Inseln, namentlich Spitzbergen, Nowaja Semlja, Neusibirien und das weitläuftige Tiefland des Archipels im arktischen Amerika, sind indessen ganz unbewohnt geblieben, gleich den Tundren im Inneren des Festlandes. Aber jene hochnordischen Inseln haben denen, die sie besuchten, doch keineswegs den Eindruck der Oede und Verlassenheit zurückgelassen wie die einförmige Tundra, wo die unorganische Natur keinen Wechsel der Gestaltung bietet und das organische Leben dem unterirdischen Eise beinahe zu erliegen scheint. Von Nowaja Semlja entwirft Baer ein Bild, welches den Reiz des einsamen Polarlandes anziehend genug erscheinen lässt. Noch in späten Jahren, bemerkt er [21]), gehöre die Erinnerung an den grossartigen Anblick dunkler Gebirge mit mächtigen Schneemassen und an den Gegensatz farbenreicher Blumen der Ufersäume zu den lebhaftesten Bildern seines Gedächtnisses, zu den schönsten, möchte er sagen, der Eindruck feierlicher Stille, die auf dem Lande herrscht, wenn die Luft ruht und die Sonne heiter scheint, sei es am Mittage oder um Mitternacht, und die weder durch ein schwirrendes Insekt noch durch die Bewegung eines Grashalms oder Gesträuchs unterbrochen wird.

Dem Ackerbau unzugänglich, da die Vegetationszeit für die Cerealien zu kurz ist, hat der Boden der arktischen Flora für die nomadisirenden Völkerschaften, die ihn im Sommer mit ihren Heerden aufsuchen, doch nur eine untergeordnete Bedeutung. Die Formation der mit Stauden und geringem Graswuchs bewachsenen Matten ist die einzige, die wenige Wochen hindurch einen Weidegrund gewährt. Es ziehen daher nur einzelne Familien von Samojeden an den Flüssen aus dem Waldgebiete Sibiriens in das nördliche Taimyrland, deren jährliche Wanderungen mit denen der Sennwirthe in den alpinen Gebirgen zu vergleichen sind. Auch da, wo der Sommer der arktischen Flora am längsten dauert, lässt das Klima nicht einmal den Anbau der Gerste zu. Selbst der Isländer muss sich mit Viehzucht und mit dem, was das Meer ihm bietet, begnügen: kaum, dass er einiges Gemüse sich verschaffen kann. Und doch hat der Sommer in Reikiavik dieselbe Mittelwärme [22]) wie zu Alten in Lappland, am Kaafjord, dessen Ufer noch innerhalb der Zone der Sommercerealien liegt. Martins [23]) leitet die Erscheinung, dass im südlichen Island der Ackerbau nicht mehr betrieben werden kann, von der Feuchtigkeit und Kälte des Vor- und Nachsommers ab: die Gerste faule gleichsam auf dem Halme, ohne den Samen zu reifen, und neben dem klaren Himmel komme in Alten auch die etwas höhere Augustwärme in Betracht, die in Island den erforderlichen Grenzwerth nicht zu erreichen scheint.

In Europa haben Ackerbau und Baumwuchs eine übereinstimmende Polargrenze. Aber hier ist durch Heer's Untersuchungen über die Tertiärflora der arktischen Zone [24]) eins der dunkelsten Probleme entstanden, in welchem sich die Geographie der heutigen Pflanzen mit der Geologie berührt. Man wusste schon lange, dass in dem Surturbrand Islands, einer Ablagerung von fossilen Hölzern, die dem rheinischen Miocen entspricht, die so ausgezeichnet gestalteten Blattabdrücke des Tulpenbaums (*Liriodendron*) vorkommen, einer Magnoliaceenform, die jetzt in den Vereinigten Staaten einheimisch ist und sich bis zum südlichen Kanada verbreitet. Die Braunkohlen aus den verschiedensten Meridianen zwischen dem Mackenzie in Nordamerika und Spitzbergen, von Banksland und Grönland, haben nun ergeben, dass zu der Zeit, als dieselben gebildet wurden, die Wälder sich durch einen grossen Theil der arktischen Flora erstreckten, eine Linde sogar noch an der Kingsbai in Spitzbergen (78°) gedeihen konnte. Im Allgemeinen sind die Schlüsse

auf das Klima früherer geologischer Perioden, welche man aus der Vergleichung der fossilen Pflanzen mit denen der Gegenwart gezogen hat, wenig befriedigend. Denn, wie zum Beispiel das Vorkommen einer Kiefer auf der Insel Sumatra beweist, hat man in den meisten Fällen keinen hinreichenden Grund, aus der Aehnlichkeit der Organisation auf übereinstimmende klimatische Bedingungen zu schliessen: jede Pflanzenart hat ihre bestimmte klimatische Sphäre, aber nicht in demselben Maasse die Gattungen und Familien. Jener Tulpenbaum Islands, den die Palaeontologen als eine besondere Art von dem nordamerikanischen unterscheiden wollen, konnte möglicher Weise auch klimatisch sich eigenthümlich verhalten. Aber dieser Einwurf trifft die Verbreitung der arktischen Wälder in der Tertiärzeit nicht: denn das Baumleben als solches ist an eine längere Dauer der Entwickelungszeit und an höhere Wärmegrade gebunden, als sie das heutige arktische Klima gewährt, und dieses ist eine Folge kosmischer Bedingungen, eine Wirkung vom Stande der Sonne gegen die Erdkugel. Dazu kommt, dass unter den zahlreichen Bäumen [24], die jene Wälder bildeten, nicht bloss die Formen und Gattungen grösstentheils mit denen Nordamerikas identisch sind, sondern auch einige nicht einmal der Art nach von ihnen sicher unterschieden werden können (namentlich *Sequoia sempervirens* und *Taxodium distichum*). Hier hat also entschieden eine wesentliche Aenderung des Klimas stattgefunden, die nach Heer's Vergleichung des grönländischen Tertiärwaldes (70°) mit den heutigen Wäldern am Genfer See einem Breitenunterschiede von wenigstens 23°, bei den Linden von 15° entsprechen würde. Aber Grönland hat auch vegetabilische Ueberreste aus der Periode der Kreide geliefert, die mit denen aus Deutschland auffallend übereinstimmen. Das sicherste Ergebniss der Forschungen über die fossile Flora besteht nicht allein darin, dass die Wärme des Polargebiets seit der Tertiärzeit abgenommen hat, sondern es ergiebt sich zugleich eine um so grössere Unabhängigkeit des Klimas von der geographischen Breite, je mehr man zu älteren Perioden zurückgeht. In der Zeit der Steinkohlenbildung scheint das Klima überall fast dasselbe gewesen zu sein: so sehr stimmen die Arten von Farnen, welche diese Kohle zurückliessen, in verschiedenen Breiten überein. In der miocenischen Periode hatte Mitteleuropa nach Maassgabe der fossilen Flora ein viel wärmeres Klima als die arktische Zone, wogegen unter den Tropen, in Ostindien, das Klima damals ähnlich gewesen zu sein scheint wie jetzt.

Die Erde kühlte sich allmälig in der Richtung vom Pol zum Aequator ab, nachdem sie ursprünglich überall gleich warm gewesen war. Am nächsten liegt, diese Erscheinungen von der fortschreitenden Ausstrahlung der eigenen Erdwärme und von der Erweiterung des Festlandes abzuleiten. Das Meer konnte in den ältesten Perioden so sehr überwiegen, dass, indem ein viel grösserer Antheil des Wasservorraths verdunstete und die Atmosphäre erfüllte, die Sonnenstrahlen auf den von Nebeln verhüllten Planeten wenig wirken konnten und die Eigenwärme desselben daher ein gleichmässiges Klima hervorrief. Je mehr sich die Wassercirculation mässigte, je mehr fester Boden der Sonne entgegentrat, desto entschiedener bildeten sich die klimatischen Gegensätze aus, die von der Stellung der Sonne zur Erde abhängen. Allein zur Zeit als die arktischen Tertiärwälder bestanden, hatten die Polarländer schon wesentlich denselben Umriss wie gegenwärtig, da die Ueberreste sich an so verschiedenen und entlegenen Orten gefunden haben. Wie konnten diese Landschaften so viel wärmer sein, wenn die Sonnenstrahlen als unveränderlich warm gelten? musste nicht die Eigenwärme der Erde selbst noch so viel höher gewesen sein? Heer hat dies geläugnet, vielleicht aber die Widerlegung nicht gehörig begründet, wenn er sagt [25]), dass in diesem Fall den früheren Perioden vor der Tertiärzeit eine so hohe Temperatur zuzuschreiben sei, dass kein organisches Leben möglich gewesen wäre: denn wir kennen weder die Länge der Zeiträume, noch den Gang der Abnahme der Eigenwärme. Er sucht die Erscheinung aus ungleichmässigen Temperaturen des Weltraums zu erklären, ebenso gut hätte er eine Abnahme der erwärmenden Kraft der Sonne annehmen können. Durch solche Vorstellungen aber ist die im Verlauf der geologischen Perioden fortschreitende Steigerung der klimatischen Unterschiede nach der Polhöhe nicht erklärt. Saporta [24]) erblickt in der abnehmenden Schiefe der Ekliptik den Grund von der Abkühlung der Polarländer. Wie, wenn die Sonne am Aequator verharrte, der Gegensatz der Jahreszeiten aufgehoben würde, so würden, wenn die Schiefe ihrer Bahn gesteigert gedacht wird, die hohen Breiten hinreichende Sommerwärme, mit um ebenso viel grösserer Winterkälte wechselnd, empfangen, um ähnliche Erscheinungen hervorzurufen, wie wir sie jetzt in den Wäldern von Jakutsk, auf dem Winterkältepol Sibiriens vor Augen haben. Allein dies hiesse voraussetzen, dass die astronomische Theorie von der säkularen Aenderung der Schiefe der Ekliptik mit einem wesentlichen

Fehler behaftet wäre, da sie dieselbe als periodisch und in weit engeren Grenzen eingeschlossen darstellt, als ein so bedeutender Wechsel des arktischen Klimas fordert.

Der Nachweis, dass in der Tertiärzeit das arktische Gebiet von Wäldern bedeckt war, ist für die Beurtheilung der heutigen Flora von mehrfachem Interesse. Je grösser die Aenderungen des Klimas sein mussten, die in den Polarländern stattgefunden haben, desto unermesslicher erscheinen die Zeiträume, die seitdem verflossen sind. Haben sich demohngeachtet einzelne Bäume, wie die amerikanische Ceder (*Taxodium*), auf der Erde erhalten, und kann dies aus fragmentarischen Ueberresten wirklich nachgewiesen werden? Ist es der Fall, so verliessen sie, ohne ihre Organisation zu ändern, den räumlich geänderten Lebensbedingungen ausweichend, ihren ursprünglichen Wohnort und suchten, nach Süden wandernd, ein Klima auf, das ihnen gemäss war. Dagegen zeigt sich keine Spur eines genetischen Zusammenhangs zwischen jenen arktischen Waldbäumen und denjenigen Pflanzen, die gegenwärtig die Polargegenden bewohnen, wie die Anhänger des Darwinismus zu erwarten hätten. Die arktische Flora ist ein Ausdruck des Klimas, wie es jetzt besteht, und je weniger dasselbe geeignet ist, den Ansprüchen der organischen Natur zu dienen, desto zweckmässiger waltend müssen wir uns die Kräfte vorstellen, welche das Leben der organischen Erzeugnisse einem solchen Klima anpassten.

Vegetationsformen. Die geringe Grösse aller Erzeugnisse der arktischen Flora, deren physiologische Bedeutung bereits erörtert wurde, bietet zugleich einen Maassstab für die Unterscheidung der Pflanzenformen. Von der nach Bruchtheilen eines Zolles zu messenden Kleinheit der Nadelrosette des Polytrichum-Mooses erheben sie sich bis zu ansehnlichen Stauden und Gräsern, die an Höhe des Wuchses in einzelnen Fällen die Zwerggesträuche übertreffen. Indessen fehlen die grösseren Formen in den meisten Gegenden ganz. Was von der durchschnittlichen Grösse der Pflanzen auf Nowaja Semlja angeführt wurde, passt nicht minder auf das Festland des arktischen Sibiriens und Nordamerikas, oder das Wachsthum wird doch nur selten zu einer höheren Energie gesteigert. Im Taimyrlande fand Middendorff[12]) die mittlere Wuchshöhe der Pflanzen ungefähr 5 Zoll: etwa der dritte Theil der Stauden schwankte zwischen 6 und 14 Zoll, die höchsten Zwergsträucher erreichten nur 6 Zoll, selbst die Zwergbirke bleibt hier so klein. Denn auch die-

jenigen Pflanzen, welche sich von der arktischen Zone bis zu uns verbreiten, verlieren dort stets bedeutend an Grösse. Im arktischen Amerika ragen nach Richardson[5]) die verkürzten Zweige der an den Boden gestreckten Zwergsträucher kaum aus dem Teppich der Erdlichenen hervor, und auf solche Pygmaengestaltung zurückgeführt finde ich sie auch in der grönländischen Pflanzensammlung Vahl's.

Wenn man die Schilderungen vergleicht, welche Baer von den Uferlandschaften des weissen Meers entwarf[26]), wo sich die arktische und lappländisch-skandinavische Vegetation berühren, so ist es der Unterschied in der Grösse der Pflanzen, wodurch die Physiognomie der Natur innerhalb und ausserhalb der Waldgrenze plötzlich und in auffallendster Weise geändert erscheint. An der Ostküste (65°) prangten Paeonien, die eine Höhe von mehr als 4 Fuss erreichten, nebst Aconiten von noch höherem Wuchs, und gegenüber, auf der Halbinsel Kola (66°), traf der Reisende sogleich die Lichenentundra, die Abhänge zum Meer trugen nur noch Weidengebüsch und Stauden von geringer Grösse: was von gemeinsamen Pflanzen übrig blieb, »hatte sich auffallend verkürzt«. Diese Gegensätze rücken im Grenzgebiete zuweilen hart an einander, je nachdem die Bodenwärme steigt oder sinkt oder das unterirdische Eis sich ausdehnt. Am Fluss Ponoi (67°), an der Ostküste von Kola, war das der Mittagssonne ausgesetzte, hohe Ufer bewaldet, »man hätte den Abhang für livländisch halten können, wenn die Birken ihren vollen Wuchs gehabt hätten«, hier war die oberste Bodenschicht über 10° erwärmt: gegenüber lagen ausgedehnte Schneemassen, der Boden hatte in Folge eines Regens doch 5° Wärme erlangt, aber der Abhang erzeugte nur ein ganz niedriges Gesträuch mit alpinen Stauden.

Die alpinen Regionen der europäischen Gebirge unterscheiden sich von der arktischen Flora ebenfalls dadurch, dass sie neben Pflanzen von niedrigem Wuchs auch Gewächse von sehr ansehnlicher Grösse zulassen. Da aber die Kleinheit des Stengels nur eine Folge der kurzen Vegetationszeit ist, so kann, wo sich diese einigermaassen verlängert, auch das Durchschnittsmaass der arktischen Vegetation bis zu einem gewissen Grade überschritten werden. An der Seeküste des arktischen Amerikas fand Richardson[5]) Wiesen in geschützter Lage, deren Gräser (*Calamagrostis*, *Elymus*) eine bedeutende Grösse erreichen, wenn sie auch nicht so üppig wachsen wie in einigen Gegenden Lapplands. Scoresby[8]) verglich sogar die Vegetation von Jameson's Land (70°) an der Ostküste Grönlands, wo der Graswuchs

einen Fuss Höhe erreichte, stellenweise mit den besten Wiesen Englands.

Die Laubmoose enthalten unter allen in der arktischen Flora physiognomisch hervortretenden Gewächsen die kleinsten Formen. Wenn in unsern Wäldern unter den Temperaturschwankungen des Winters der Boden sich stellenweise von Schnee entblösst, sieht man sofort die Moose und Lichenen lebhaft vegetiren, obgleich die Bodenwärme noch auf dem Gefrierpunkte verharrt, weil das Aufthauen in den nächsten Umgebungen fortdauert. Solche kryptogamische Gewächse entwickeln sich also bei einer Temperatur, bei welcher das vegetative Leben übrigens aus dem Winterschlafe noch nicht erwachen kann. Sie saugen die Feuchtigkeit mit ihrer ganzen Oberfläche ein, nicht bloss durch die Wurzeln, wie die Gefässpflanzen. Es giebt nur wenige höher organisirte Gewächse, die sich ebenfalls in der unmittelbaren Nähe schmelzenden Eises zu entwickeln vermögen, wie die Soldanellen, die am Saume der Alpengletscher zu blühen pflegen. Zuweilen durchbricht ihr Blüthenstiel eine dünne Schneedecke, während dieselbe zugleich in nächster Nähe der Blume aufthaut, was wohl nur durch Wärme, welche das Gewächs selbst erzeugt, zu erklären ist. In anderen Fällen bemerkt man, dass die blühenden Soldanellen in kleine, den Boden entblössende Gruben von Schnee eingesenkt erscheinen, eine ähnliche Erscheinung wie die, dass Steine von geringer Grösse in das Gletschereis einsinken, weil die Sonne sie stärker erwärmt als das Eis selbst. Es fehlen indessen Beobachtungen über die Temperatur, welche solche Gewächse annehmen, und es ist wahrscheinlich, dass dieselbe, sei sie nun durch Insolation oder durch Eigenwärme erzeugt, etwas höher steht als die des schmelzenden Eises. Eine Messung der niedrigsten Bodenwärme, bei welcher sich zwei arktische Stauden entwickelten, hat Baer mitgetheilt [27]: dieselbe betrug nur 1° über dem Frostpunkt.

Es ist gewiss, dass jeder Pflanze ein bestimmtes geringstes Maass von Wärme zukommt, bei dem sie zu vegetiren anfängt, und so gering die Ansprüche der arktischen Flora in dieser Beziehung sein mögen, so sind sie doch bei den einzelnen Organisationen nicht dieselben. Vielleicht können diese Temperaturen nur bei den Zellenpflanzen auf den tiefsten Werth sinken, bei welchem eine Saftbewegung möglich ist, auf den des schmelzenden Eises, jedenfalls aber hat ihre klimatische Sphäre einen weit grösseren Umfang als bei den Gefässpflanzen. Denn hierauf beruht es, dass viele Arten von Zellen-

pflanzen durch die verschiedensten Klimate der Erde verbreitet sind. Nur wenige von den arktischen Phanerogamen kommen diesen kryptogamischen Gewächsen nahe und sind daher fähig, in ihrer Gemeinschaft die Tundren zu bewohnen. Wenn das unterirdische Eis nur bis zu einer geringen Tiefe aufthaut und das Wasser keinen hinreichenden Abfluss hat, muss, wie bemerkt, die Bodentemperatur den ganzen Sommer hindurch auf dem Gefrierpunkte stehen bleiben, weil die Wärme der Sonnenstrahlen durch die fortschreitende Schmelzung vollständig verbraucht wird. Dies sind daher die Bedingungen, unter denen auf der Tundra fast nur Zellenpflanzen übrig bleiben und die Formen der Laubmoose und Lichenen sich des Bodens fast ausschliesslich bemächtigen. Unabhängig von der Dauer der Vegetationszeit, wachsen ihre Organe fort, so oft Wärme und Feuchtigkeit es gestatten. Auf der ganzen Erde bei den verschiedensten Temperaturen vegetirend, haben sie hier das Vorrecht, selbständige Formationen von grösstem geographischem Umfange zu erzeugen, weil die übrigen Gewächse ihnen nicht folgen können.

Die Form der Laubmoose, die sich von der der Erdlichenen durch ihre grüne Farbe unterscheidet, herrscht auf dem Festlande des arktischen Sibiriens, von wo sie über den Ural in das Samojedenland eintritt, ohne in der alpinen Region Lapplands und Norwegens in gleichem Umfange entwickelt zu sein. Dem geneigten Boden der Gebirgsabhänge entspricht das Feuchtigkeitsbedürfniss der Tundramoose nicht, welches das flache Tiefland aus den Vorräthen des unterirdischen Eises befriedigt. Der Schnee schmilzt auf der Moosdecke zwar schon zu Anfang des Sommers, aber anderthalb Monate später, an einem der wärmsten Tage des Jahrs (2. August), fand Middendorff[4]) im Taimyrlande da, wo das Moos den Boden beschattete, denselben noch in 2 Zoll Tiefe gefroren. Im europäischen Samojedenlande beobachtete Schrenk[6]), dass die Tundra im Sommer eine Spanne, höchstens einen Fuss tief aufthaue. Von diesen Unterschieden ist die Wassermenge der oberflächlichen Bodenschicht abhängig, in welche die Moose mit ihren schwachen Wurzeln so wenig eindringen. Zwei verschiedene Grade der Feuchtigkeit werden dadurch angedeutet, dass die beiden herrschenden Gattungen von Laubmoosen mit einander abwechseln (*Polytrichum* und *Sphagnum*). Das Polytrichum-Moos, mit seinem kurzen einfachen Stengel, seinen gedrängten, bräunlich grünen Blattnadeln dem unentwickelten Triebe eines Nadelholzes vergleichbar, bildet die unermessliche Tundra des

arktischen Sibiriens, wo der Boden verhältnissmässig weniger Feuchtigkeit darbietet. Das Sphagnum-Moos verwandelt ihn, wie in niedrigeren Breiten, in ein Torfmoor, in einen Morast von grösserer Feuchtigkeit, aber doch nur geringer Tiefe, weil das Eis immer noch so nahe unter der Oberfläche liegt. Zu der Feuchtigkeit aber trägt dieses Moos selbst durch seine Organisation bei, weil es ein besonderes Gewebe von geöffneten Zellen und dadurch die Fähigkeit besitzt, das Wasser kräftiger als die gewöhnlichen Laubmoose aufzusaugen und zurückzuhalten. Von Feuchtigkeit getränkt, nimmt es eine lebhafter grüne Farbe an, im trockenen Zustande wird es weisslich gelb, und durch den Wechsel mit diesen matten Tinten und dem bräunlichen Schimmer des Polytrichum spricht sich die geringe Energie des auf der Tundra gleichsam ersterbenden vegetativen Lebens aus.

Wenn die Form der geselligen Laubmoose einen lockeren, mit Feuchtigkeit gesättigten Boden voraussetzt, so sind die Erdlichenen da in grossen Massen vereinigt, wo anstehendes Gestein der Oberfläche nahe liegt und diese leichter abtrocknet. Man unterscheidet daher die nasse Tundra, die von Moosen, und die trockene, die von Lichenen bekleidet ist. Wahlenberg sagt von der Lichenenregion in Lappland, dass sie sich in der Sonne bedeutend erhitzen könne. Die Moose halten die kalte Feuchtigkeit zurück, die sie so begierig aufsaugen, die Lichenen können Nässe und Trockenheit gleichmässig ertragen und sind, je nachdem ihr Gewebe im dürren Zustande von der Sonne getroffen, im befeuchteten durch die Nähe des unterirdischen Eises oder des Schnees erkältet wird, beständig den äussersten Temperaturschwankungen ausgesetzt, die hier möglich sind. Die Lichenentundra ist im arktischen Amerika vorherrschend, und dieselbe Vegetation kehrt auf den alpinen Fjelden Skandinaviens in der Nachbarschaft der Schneelinie wieder. In beiden Fällen vegetiren diese Erdlichenen auf dem sandigen Verwitterungsprodukt granitischer Felsmassen: wahrscheinlich ist für ihr Gedeihen auch mehr mineralischer Nahrungsstoff erforderlich als die Moose bedürfen, wie das festere Gewebe und die Menge der Aschenbestandtheile andeutet. Die herrschenden Arten von Erdlichenen gehören zu drei Gattungen (*Cetraria, Cladonia, Evernia*): nach ihrer mannigfachen, aber matten Färbung, ihrem aufrechten, oft reichlich verzweigten Wachsthum, ihrer Grösse, die ein bis zwei Zoll zu erreichen pflegt, ist ihr Gesammtbild mit keiner anderen Pflanzenform zu vergleichen. Die

häufigsten Farben sind Braun bis ins Schwarze, Grau oder Gelblichweiss, der Boden zeigt diese Färbungen schon aus der Ferne. Nach der Art der Verzweigungen sind mehrere Bildungen[28]) zu unterscheiden, die den physiognomischen Charakter ihrer Standorte bestimmen: die Form der Rennthierflechten, aus vielfach verästelten, starren Fäden gebildet, die an ihren sparrigen Enden sich verschlingen, die der Cladonien, einfacher und derber gebaut, und die der isländischen Flechten, die in blattartig erweiterte, am Rande der Fläche leicht gekräuselte Zweige auslaufen.

Die Grasformen der arktischen Flora gehören theils zu den rasenbildenden Wiesengräsern, theils zu den Cyperaceen, die durch die fehlende Anschwellung an den Knoten des Halms sich von jenen unterscheiden. Beide Formen bewegen sich in demselben Bildungskreise der Organisation wie in den Waldgebieten der gemässigten Zone, die erstere am fliessenden, die letztere an dem gestauten Wasser des Sumpfbodens vorzugsweise entwickelt. Unter den Gefässpflanzen übertreffen diejenigen, welche an das Wasser oder überhaupt an feuchte Standorte gebunden sind, die übrigen bedeutend an Grösse ihres Wohngebiets. Während einerseits der Austausch über weite Landstrecken durch die Wanderungen der Wasser- und Sumpfvögel erleichtert wird, die ihren Samen mit sich führen, ist die engere Temperatursphäre des Wassers nicht minder geeignet, den Umfang ihrer Lebensbedingungen über einen grösseren Raum auszudehnen. Denn die Sonne erwärmt das Wasser und den feuchten Boden nicht bloss desswegen langsamer, weil die Strahlen auf die trockenen Erdkrumen stärker wirken, sondern auch, weil sie die Verdunstung beschleunigen, die zur Bildung des Wasserdampfs einen grossen Theil der empfangenen Wärme verbraucht. Die Wiesengräser der arktischen Flora sind daher meist europäische Arten, sie gehören zur Familie der Gramineen, denen sich mehrere Junceen anreihen. Sie stimmen vorzugsweise mit denen überein, welche auch die alpine Region der Gebirge bewohnen, und bilden in der Regel einen kurzen Rasen. Unter den wenigen, die eigenthümlich sind, finden sich indessen einige Gattungen von besonderem Bau, die nur aus einzelnen Arten bestehen (solche sogenannte Monotypen sind *Dupontia* und *Pleuropogon*). Eins der kleinsten aller bekannten Gräser, welches man auch als eigene Gattung aufgefasst hat (*Phippsia*), hat sich aus der arktischen Flora bis zu den norwegischen Fjelden verbreitet.

Ganz anders verhalten sich die Cyperaceen der arktischen Flora. In ihren Formen zwar ebenfalls mit denen des Waldgebiets völlig übereinstimmend, entwickeln sie sich in der Gattung der Seggen (*Carex*) zu einer Mannigfaltigkeit von Arten, dass beinahe der zehnte Theil aller arktischen Gefässpflanzen aus ihnen besteht. Die meisten derselben bewohnen zugleich die alpine Region Skandinaviens, und man darf daher annehmen, dass sie durch die Kürze ihrer Vegetationszeit verbunden sind. Ueberhaupt hat der Sumpfboden insofern eine besondere klimatische Stellung, als das gestaute Wasser im Frühlinge länger das Eis bewahrt als das fliessende, die Vegetation in den Morästen sich daher verspätet und in diesen Beziehungen den Bedingungen der arktischen und alpinen Flora ähnlicher ist. In verschiedenen Breiten gleicht sich desshalb bei aller Verschiedenheit der Bestandtheile das physiognomische Bild der mit Cyperaceen bewachsenen Flächen in hohem Grade aus. Schon aus der Ferne erkennt man diese Formation der Sümpfe an dem Wollgrase (*Eriophorum*), welches seine langbehaarten Fruchtköpfe aus dem Cyperaceenrasen hervorstreckt, nur dass die arktischen Arten dieser Gattung kleiner sind, und dass ihre Wolle nicht immer, wie in unsern Gegenden, weiss, sondern in mehreren Fällen röthlich oder bräunlich gefärbt ist.

Auf der Form der Stauden beruht der Schmuck und die Mannigfaltigkeit der arktischen Flora, wie in den alpinen Regionen der Gebirge. Ihre Organe sind sämmtlich, aber in verschiedener Weise bei den einzelnen Bestandtheilen der Vegetation, dem Klima eigenthümlich angepasst, durch Kleinheit des Wuchses, durch die Entwickelung der Blätter oder durch die überwiegende Ausbildung der unterirdischen, ausdauernden Stämme. Die Grösse der arktischen Stauden wird dadurch herabgedrückt, dass die Stengelglieder meist unentwickelt bleiben und die Blätter, die an der Grenze derselben dem Knoten eingefügt sind, daher rosettenförmig zusammenrücken. Die Entwickelung der Stengelglieder kann man als das Mittel betrachten, jedes Blatt mit einer möglichst grossen Luftsäule zu umgeben und dessen freie Beleuchtung zu befördern. Denn auf dem Lichte, welches den grünen Organen zu Theil wird, und auf der Luft, aus welcher sie ihre gasförmigen Nahrungsstoffe schöpfen, und mit der sie die Bestandtheile ihres Saftes austauschen, beruht die Thätigkeit der Blätter, die wichtigste des Pflanzenlebens für seine erste Aufgabe, für die Verwandelung der unorganischen in organische Nahrungsmittel. Der Vortheil reicherer Wechselwirkung mit der

Luft und dem Lichte mag aufgegeben werden, wenn es schon schwierig ist, die Blätter überhaupt in entsprechendem Umfange hervorzubringen und die Zeit für ihre Ausbildung zu gewinnen. Daher ist ein höherer Werth auf die rasche Ausbildung des Laubes als auf die Streckung des Stengels gelegt. Auch bei den grössten Stauden, die einen Fuss und darüber erreichen, sieht man die untersten Blätter, die zum Wachsthum den Grund legen, dichter gedrängt als diejenigen, die später nachfolgen (z. B. *Papaver nudicaule*, *Polemonium coeruleum var. pulchellum*).

Da ferner die Blätter desselben Stengeltriebes nach einander sich entwickeln und daher die Vegetationszeit vielleicht nicht genügen würde, die erforderliche Anzahl zu erzeugen, so dienen verschiedene Mittel dazu, dieser Einschränkung des Wachsthums entgegen zu wirken. Die einfachste Einrichtung besteht in der Bildung eines Rasens, indem der Stengel sich am Grunde in ein System von gleichwerthigen Zweigen auflöst, die sich gleichzeitig belauben und nun zur Bereitung der organischen Stoffe zusammenwirken (z. B. *Dryas*). Dabei folgen die unterirdischen Organe einem zweifachen Typus. Entweder sind sie sehr zart und fadenförmig, die ganze Arbeit der Ernährung ist dem Laube allein übertragen, und dann haftet das Gewächs noch mehr an der wärmeren Oberfläche des Erdreichs (z. B. *Silene acaulis*, *Saxifraga oppositifolia*), oder sie bilden, indem sie tiefer in den kalten Boden eindringen, einen geräumigen Speicher für abgelagerte Nährstoffe, aus dem die übrigen Gebilde sich rascher erneuern können (z. B. *Oxyria*). Ein anderes Mittel, eine sparsamere Verwendung der Blattfunktionen zu erreichen, besteht in der Dauer des Laubes, wenn es von derbem Gewebe sich mehrere Jahre immergrün und arbeitsfähig erhält (z. B. *Diapensia*). Dient die unveränderte Erhaltung der erstarrten Organe unter der Schneedecke dem Bedürfniss der überwinternden Thiere, so ist sie für das Gewächs selbst von nicht geringerer Bedeutung, wenn die Thätigkeit desselben Blatts, ebenso wie bei den Zellenpflanzen, sich im folgenden Sommer erneuern kann. Schwindet dann allmälig dieses Vermögen, so sterben die Blätter ab, ohne durch Gliederungen entfernt zu werden; der untere Theil der Laubrosette wird nach und nach braun, aber ehe derselbe vollends verwest ist, trägt er noch bei, wie ein Hüllorgan die versteckte Gipfelknospe zu schützen, aus welcher sich die neuen Organe gleichzeitig entwickeln. So bleibt zu jeder Zeit die Anzahl der thätigen Blätter die nämliche, und kein Tag geht der Vegetation

durch Erneuerung der zur Ernährung nothwendigen Organe verloren. Endlich wird auch die Grösse der Blätter zu einem Hülfsmittel der Zeitbenutzung: um so kleiner sie sind, desto rascher treten sie leistungsfähig aus der Knospe hervor. Und je weniger organischer Nährstoff zum Auswachsen der Organe nöthig ist, in desto kürzerer Zeit kann das bereits thätige Laub ihn bereiten. Bei den meisten arktischen Pflanzen sind die Blätter in der That von geringer Grösse, und beschränkt sich die ganze Organisation auf das zur Erhaltung der Art Nothwendigste, so genügen ihrer wenige (z. B. *Draba*). Aber wenn die vom Laube aus ernährten Organe, namentlich um viele Jahre lang auszudauern, einen beträchtlichen Umfang erreichen oder von festerem Gewebe gebildet sind, und wenn die Grösse der Blumen mehr Nahrungsstoff erfordert, so geht dieser Vortheil in der vermehrten Anzahl der nöthigen Blätter verloren. Auf die kleinsten Flächen und doch eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Blättern sehen wir eine der wenigen einjährigen Pflanzen beschränkt, die aber auch diese Kleinheit der Dimensionen in den übrigen vegetativen Organen, sowie in den Blüthen, inne hält (*Koenigia*): hier muss allein die Erhaltung der Keimkraft des Samens die Einschränkung des vegetativen Haushalts ersetzen.

So mannigfaltig äussert sich das Streben der organisirenden Naturkraft, selbst in einem doch nur so dürftig ausgestatteten Formenkreise durch Aenderungen des Bildungsplans und durch die Kombination der Leistungen, bald in einer Richtung, bald in einer anderen das eine Ziel verfolgend, das andere aufopfernd, den verschiedenen Aufgaben zu genügen, welche die physischen Schranken ihr auferlegen. Die Kleinheit der Blätter bringt übrigens auch den Nachtheil hervor, dass sie bei ihrer schliesslichen Verwesung zu der Humuserneuerung des Bodens wenig beisteuern können. Und gerade hierin unterscheidet sich die arktische Vegetation von der der alpinen Regionen, dass das Humusbedürfniss in den meisten Fällen geringer ist. Der Rasen wird bei den Stauden häufiger durch Verzweigungen über, als in der Erde gebildet, und eben die stärkere Ausbildung der unterirdischen Organe bei den Alpenpflanzen ist die Ursache, dass unter denselben weit höhere Stengel und grössere Organe vorkommen, deren Wurzeln sich in dem tieferen Humus ausbreiten. Sie haben nicht das unterirdische Eis zu fliehen, wie der Rasen der Polarländer, den man leicht vom Boden ablösen kann.

In vielen Fällen genügt indessen die Bildung der unterirdischen Organe mit ihren aufgespeicherten Nährstoffen zum Fortbestehen des individuellen Lebens, sowie die auf Theilung des Zusammenhangs zielende Absonderung ihrer Verzweigungen, die Erhaltung der Art durch vegetative Fortpflanzung zu verbürgen, auch wenn der Samen nicht zur Reife gelangt oder sogar die herbstlichen Schneefälle schon eintreten, noch ehe die Blüthen sich entwickelt haben. Doch legt die Natur auch hier einen hohen Werth darauf, neben der Fortpflanzung durch Knospen auch die durch den Samen sicher zu stellen. Möglichst früh treiben daher die Blüthen hervor und, wenn Baer durch frühzeitigen Schnee die Befruchtung vieler Pflanzen vereitelt sah, so konnte Middendorff im Taimyrlande dies nicht bestätigen, und als eine normale Erscheinung ist es jedenfalls nicht anzusehen.

Die Bildung der Blumen zeichnet sich sowohl in der arktischen Flora wie in den alpinen Regionen durch Farbenreichthum und oft auch im Verhältniss zu den übrigen Organen durch ihre Grösse aus. Middendorff[4]) fand den mittleren Blüthendurchmesser der Taimyrpflanzen mehr als 5 Linien, bei mehreren Arten ein bis anderthalb Zoll, was bei der Kürze des Stengels um so mehr in die Augen fiel. Ueber die Kraft und Reinheit der Blüthenfarben bei den alpinen Pflanzen hat man wohl die Vermuthung geäussert, dass dieselbe mit der stärkeren Beleuchtung an ihrem hochgelegenen Standorte in irgend einer Beziehung stehe, ohne dabei zu berücksichtigen, dass die nämliche Erscheinung sich in dem arktischen Tieflande wiederholt, wo die Einwirkung des Lichts sich gerade entgegengesetzt verhält[29]). Es ist die Aufgabe, auch hier eine Akkommodation an die äusseren Lebensbedingungen nachzuweisen, und ich glaube, dass diese Zweckmässigkeit der Bildungen leichter als deren Ursache erkannt wird, wie dies bei der Organisation der Blüthen gewöhnlich der Fall ist, wo die Natur die grösste Mannigfaltigkeit des Baus erstrebt und sie mit den einfachsten Mitteln, mit geringfügigen Abänderungen des Wachsthums in diesem oder jenem Gewebtheile herbeiführt. Von der gefärbten Blumenkrone kennen wir keine andere Bestimmung, als dass sie den zur Befruchtung in den meisten Fällen nothwendigen Insekten zum Landungsplatz und zur Orientirung bei ihrem Fluge dient, auf dem sie von Blüthe zu Blüthe den an ihrem Körper haftenden Blüthenstaub übertragen und am weiblichen Organ abstreifen, indem sie zum Behuf ihrer eigenen Ernäh-

rung die Honigdrüsen im innersten Theil der Blume aufsuchen. Seit Darwin's umfassenden Untersuchungen ist die Physiologie sich darüber klar geworden, von einer wie allgemeinen Bedeutung die unbewusste Hülfe ist, welche die geflügelten Insekten den Pflanzen zur Sicherung ihrer Fortpflanzung zu leisten haben, und wie dadurch die nachtheilige und verhältnissmässig wirkungslose Selbstbefruchtung in derselben Blüthe vermieden wird. In demselben Verhältniss nun, wie wegen der zunehmenden Dauer des Winters die Insekten selten werden und ihre Mitwirkung bei der Befruchtung der Pflanzen daher ungewisseren Zufällen unterliegt, sehen wir auch die Blumen grösser und ihre Färbung reicher werden. Oft bemerken wir auch, dass, wenn die übrigen Stengelglieder in der Blattrosette verkürzt sind, doch das oberste, welches die Blüthe trägt, sich entwickelt und diese daher weit aus dem niedrigen Rasen hervorstreckt. Den wenigen Individuen von Insekten, welche den arktischen und alpinen Gewächsen noch zu Gebote stehen, werden die Orte, wo sie ihre Nahrung finden, durch solche Einrichtungen leichter kenntlich, und damit ist deren Zweck erreicht. Sie können das Ziel ihres Fluges, wo sie für sich und zugleich für die Blume eine Aufgabe zu erfüllen haben, nicht leicht verfehlen und rascher von einem Landungsplatz zum anderen gelangen. Hierbei kommt noch das allgemeinere Verhältniss in Betracht, dass die Blüthen an Grösse um so mehr abnehmen, je zahlreicher sie an derselben Pflanze vereinigt sind. Wenn bei den Blättern die Zahl mit der Grösse des einzelnen gleichen Schritt hält, so ist dies begreiflich, weil der Umfang ihrer chemischen Arbeit von der Masse der zusammenwirkenden Gewebtheile abhängt. Bei den Blüthen aber ist die Leistungsfähigkeit nicht durch ihre Grösse, am wenigsten durch die der Blumenkrone, sondern durch den Bau des weiblichen Organs bestimmt. Allein mit der wachsenden Anzahl der Blüthen vermehrt sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Insekten sie auffinden, und wenn auch nur einzelne befruchtet werden, ist die Samenreife und Fortpflanzung gesichert.

Die Holzgewächse können in der arktischen Flora nur eine geringe Bedeutung haben, weil die Verholzung des Gewebes die zum Wachsthum erforderliche Bildungszeit verlängert. Middendorf fand nur 8 verschiedene Sträucher im Taimyrlande, die Mannigfaltigkeit ist geringer als in den alpinen Regionen, die Höhe des Wuchses oft auf die kleinsten Dimensionen zurückgedrängt. Von den Sträuchern mit periodischer Belaubung sind hier die Weiden- und Rhamnus-

form vertreten, von denen die erstere nicht immer an ihren schmaleren Blättern kenntlich, aber durch einen feuchteren Standort zu unterscheiden ist. Mit der Entfernung von der Baumgrenze werden diese Sträucher niedriger, und wenn der holzige Stamm sich wagerecht ausstreckt und völlig im Boden verbirgt, können solche Holzgewächse selbst die äussersten Grade der Verkürzung der Vegetationszeit und die niedrigste Bodenwärme ertragen, so dass sie auch von der Tundra nicht ausgeschlossen sind, aus deren Lichenen und Moosen sie ihre Jahrestriebe kaum erheben. So durchlaufen namentlich die Weidensträucher, in ihren Arten wechselnd, eine allmälig abnehmende Reihe nach dem Umfang der Luftorgane, von den kräftigen Zweigen der uferbewohnenden Formen in der Nachbarschaft der Wälder (z. B. *Salix speciosa*) bis zu den eigentlichen Polarweiden (z. B. *S. polaris*). Von den Weiden auf Nowaja Semlja beschrieb Baer [20]) drei Arten, unter denen die Triebe der grössten (*S. lanata*) eine Spanne hoch, einer anderen 4—5 Zoll aus dem Boden hervorragten, die kleinste aber (*S. polaris*) nur einen halben Zoll hoch wird und nur zwei Blätter mit einem einzigen Kätzchen entwickelt, aber doch gleich den übrigen eine Menge dieser in die Luft gestreckten Pflänzchen vermittelst eines weit verbreiteten, astreichen, unterirdisch kriechenden Stamms zu einer individuellen Einheit verbindet. Auch die Rhamnusform, die in der Nähe der Wälder noch stattliche Sträucher von Zwergbirken bildet, verkürzt sich an kälteren Standorten so sehr, dass Schrenk [6]) die kleinblätterigen Vaccinien (*V. uliginosum*) im arktischen Russland oft nur einen Zoll hoch aus dem Boden hervorragen sah und dasselbe auch von der immergrünen Art dieses Geschlechts (*V. Vitis idaea*) anführt.

Die immergrünen Sträucher gehören theils zur Erikenform, deren Blätter nadelförmig gestaltet sind, theils entsprechen sie der Myrtenform, deren Laub ebenfalls klein, aber zu einer Fläche ausgebreitet ist. Für den Unterschied der arktischen von den alpinen Sträuchern ist es nämlich charakteristisch, dass die immergrünen Blätter in den Alpen eine bedeutendere Grösse erreichen und sich hiedurch der südlichen Oleanderform anschliessen: man erkennt dies bei der Vergleichung der Alpenrosen (*Rhododendron*), von denen grossblättrige Arten die Hochgebirge des Waldgebiets bewohnen (z. B. *Rh. ferrugineum*), während die einzige arktische Form (*Rh. lapponicum*) ein der Myrte ähnliches Laub besitzt. Aber auch in den Alpen selbst sind jene Sträucher auf ein tieferes Niveau angewiesen

als die Vaccinien, woraus sich in diesem Falle auf die Abhängigkeit der Blattgrösse von der Dauer der Vegetationszeit schliessen lässt. Die klimatische Bedeutung des immergrünen Laubes ist übrigens bei den Sträuchern ebenso wie bei den Stauden zu beurtheilen: die Zeit für die Verjüngung des Laubes wird erspart, und bei kleinen und doch wenig zahlreichen Blättern in höherem Grade als bei der Oleanderform. Bei der Erikenform ist freilich eine grössere Anzahl von Blattnadeln erforderlich, und diese stehen dicht gedrängt (z. B. *Andromeda tetragona*), aber um so rascher können die einzelnen auswachsen.

Vegetationsformationen. Die Anordnung der Pflanzenformen zu den physiognomischen Abschnitten der Landschaft oder den Formationen ihrer Vegetation hängt im Allgemeinen vom Boden, von seiner Mischung und Feuchtigkeit ab. Allein diese Einflüsse sind im arktischen Gebiete von geringerer Bedeutung als die klimatischen der Bodenwärme und der Insolation. Da von diesen bereits gehandelt ist, so bleibt in Bezug auf die Formationen jetzt übrig zusammenzustellen, was in den Berichten der Reisenden für die Physiognomie der arktischen Landschaft als charakteristisch gelten kann.

Den grössten Theil der Oberfläche des Festlands nehmen in beiden Kontinenten die Tundren ein. Auf den grossen Inseln, denen es an wagerechter Oberfläche fehlt, finden sie sich nicht oder sind daselbst nur schwach angedeutet. Da sie nur zu einer so geringen Tiefe aufthauen, so ist es erklärlich, dass man sich auf den Tundren in jeder Richtung, selbst am Schluss der warmen Jahreszeit, mit Leichtigkeit im Rennthierschlitten bewegt, der über die Lichenen und Moose hingleitet und durch den niedrigen Wuchs der Sträucher und Stauden, die sie spärlich begleiten, wenig gehemmt wird. Auch »das weichste Moos« bildet »hier nie einen schwankend trügerischen Boden[6]), weil das Grundeis so dicht unter der Oberfläche liegt und mit der Erdkrume zu einer steinharten Masse verbunden ist. Es giebt im arktischen Sibirien auch grosse Flächen, wo nicht einmal mehr die kryptogamischen Gewächse gedeihen und das Erdreich völlig von Pflanzen entblösst ist, wüste Gegenden, die ebenfalls zu der Tundra gerechnet werden. Wahrscheinlich sind es Niederungen, die durch die Wölbungen des Tieflands beschattet werden, und wo das Eis bis an die Oberfläche selbst reicht. Ist dies der Fall, so sind sie den Thalbildungen auf den arktischen Inseln zu vergleichen, wo

der Schnee auch im Niveau des Meers zusammenweht und dessen Masse zu gross wird, um aufzuthauen. Nach den Unebenheiten des Bodens, so geringfügig sie sein mögen, scheiden sich die nassen und trocknen Tundren oft schon auf engbegrenzten Räumlichkeiten. So fand Baer [26]) auf der Halbinsel Kola, dass die Lichenentundra zuweilen von Streifen der Moostundra wie von Adern durchzogen wurde: denn überall, bemerkt er, wo das Schneewasser abfliesst und den Boden einreisst oder durchweicht, wechseln mit dem dürren Boden der Lichenen die schwankenden Mooslager, wo man ausser einigen Seggen und der Moltebeere (*Rubus chamaemorus*) wenig andere Pflanzen erblicke. Die amerikanische Lichenentundra enthält an Nebenbestandtheilen die Zwergsträucher [5]). Wo aber das anstehende Gestein fehlt, hat der Wasserabfluss auch im Innern der Tundra einen günstigeren Einfluss. Je trockener der Erdboden im Taimyrlande wird, desto mehr verschwinden die Moose, und die sie begleitenden Gewächse (hier eine Juncee und Wollgräser) werden häufiger, jedoch ohne den Boden vollständig zu bedecken: denn ihre Mannigfaltigkeit ist zu gering, weil die Früh- und Spätfröste die meisten Pflanzen von der ebenen und deshalb der Wärmestrahlung stärker unterworfenen Tundra verbannen. Von dem bräunlichen Moose, dem Polytrichum, sagt Middendorf [4]), stechen die abgestorbenen gelben Grasspitzen wenig ab, und nur unrein, wie durch einen Flor, schimmert der grüne, sprossende Theil des Rasens hervor. Auf den unmerklich tieferen Stellen der Tundra, wo das fliessende Frühjahrswasser seinen Weg nimmt, wo der fortwährende Wechsel desselben den Boden frühzeitiger und tiefer aufthaut, gewinnt das Gras und ein frischeres Grün die Oberhand, die Halme werden länger und stehen dichter, ein Rasen von 3 bis 4 Zoll Höhe verdrängt auf den Hümpeln, die er sich aufbaut, das Moos, das nur in den zwischenliegenden Gängen sich erhält. Dieser immerhin ärmliche Teppich ist hier und da auch mit Blumen verziert (z. B. *Dryas*, *Andromeda*), seltener wird er im Taimyrlande von Erdlichenen durchbrochen. Middendorff klärt hier einen scheinbaren Widerspruch zwischen seinen Beobachtungen und denen Baer's auf, der auf Nowaja Semlja gerade an solchen Stellen eine üppigere Vegetation bemerkte, die von dem Schneewasser, welches den Sommer hindurch von den Höhen herabfliesst, nicht erreicht wurden. Die Wirkung des fliessenden Wassers verhält sich nämlich im Frühjahr und Sommer entgegengesetzt. Anfangs tragen die Gewässer bei, den Boden über den

Gefrierpunkt zu erwärmen und die Vegetation zu beleben, späterhin dagegen werden Bäche, welche Schneewasser führen, ihre Umgebungen verhindern, die höhere Temperatur anzunehmen, welche der dann gesteigerten Insolation entspräche. Daher entgegengesetzte Wirkungen im ebenen Taimyrlande, wo der rasch geschmolzene Schnee nur im Frühlinge die Tundra bewässert, und auf einer Gebirgsinsel, von deren Firnen und Gletschern den ganzen Sommer hindurch die Bäche mit Wasser gespeist werden, welches eisig kalt ist. Aber auch im Taimyrlande selbst, wo die Feuchtigkeit des Sommers vom unterirdischen Eise stammt, ist Moosvegetation die allgemeine Bekleidung der Tundra, und die Entwickelung von Stauden und Gesträuch findet nur da statt, wo der Abfluss des Wassers im Frühling den Erdboden zu grösserer Tiefe aufgethaut hat.

Die Lichenentundra ist für das Thierleben verhältnissmässig weit günstiger als die des Polytrichum. Die Lichenen selbst schon gewähren ihm Nährstoffe, was bei den Moosen nicht der Fall ist. Das arktische Amerika wird auch im Winter von Rennthierheerden, und sogar von dem Bisamstier bewohnt, der daselbst ausharrt, ohne die Wälder zu betreten[5]). Ungeachtet seines grossen Nahrungsbedürfnisses hat er an den unter dem Schnee verborgenen Ueberbleibseln der Vegetation sein Genügen. Da der Winter, bemerkt Richardson, ganz plötzlich eintrete, so werde dadurch der wichtige Zweck erreicht, die Säfte der Gräser und anderer Gewächse im Gewebe festzuhalten und zu erstarren, so dass sie bis zum kommenden Jahre ihre nährenden Eigenschaften, auch ihre Früchte und Samen bewahren, ohne dass die Organe herbstlicher Fäulniss oder dem Verdorren im Winter preisgegeben sind. Die beerentragenden Zwergsträucher der Tundra, die Vaccinien und Empetrum, die hier im Ueberfluss zwischen den Erdlichenen wachsen, bieten ihre Früchte im Herbste dem Bären und den vorüberziehenden Polargänsen und erhalten sich später in völlig unverändertem Zustande unter dem Schnee, bis der Boden in den Sonnenstrahlen des Sommers trocken wird und nun sofort die neuen Blüthen sich entfalten.

Aus dem arktischen Sibirien ziehen sich die Säugethiere mit dem Sommer zurück und berühren auch dann die Polytrichum-Tundra nicht, wo sie keine wirkliche Grasnarbe finden. Hier suchen die Rennthiere die tiefer gelegenen Gründe am Ufer der Seen und Flüsse auf, die in Nordsibirien mit dem Namen Laidy bezeichnet werden. Eine solche Niederung begleitet den Taimyrfluss und wird

daselbst im Frühlinge eine Zeit lang von den hochgeschwollenen Gewässern des Stromes überschwemmt. Wie auf überstauten Wiesen wird hier ein besserer Grasrasen gefördert als auf der Höhe der Uferterrasse, gemischt mit dürftigem Weidengestrüpp und verschiedenen Kräutern. Wenn aber der Boden nach dem Zurücktreten des Wassers sumpfig bleibt, fehlt auch hier das Moos nicht, die Gräser treten gegen die Cyperaceen zurück, und so bildet sich ein Uebergang zur Tundra, von denen diese Weidegründe durch die schmale Zone der blumenreichen Matten getrennt werden, welche an den Abhängen und Abstürzen des Landes gegen den Strom sich hinzieht.

Die Formation der arktischen und alpinen Matten unterscheidet sich dadurch von den Wiesen und Cyperaceen-Sümpfen, dass der Grasrasen zurückgedrängt und durch Stauden ersetzt wird. Dies ist das einzige anmuthige Landschaftsbild in den Polarländern, wo ein freudiges Grün erscheint und die Vegetation von lebhafterem Wachsthum mit glänzenden Blumenfarben aller Art geschmückt ist. Denn hier, wo der Boden stärker geneigt ist als auf den so geringfügigen Unebenheiten der Tundra, verliert sich im Frühjahr rascher das Schneewasser, frühzeitiger beginnt das Eis zu thauen und höhere Wärme wird daher auch im Sommer von dem Erdreich aufgenommen, um so mehr, wenn ein benachbarter Strom, die Temperatur ausgleichend, als ein Schutzmittel gegen den periodisch wiederkehrenden Frost zu Anfang und Ende der guten Jahreszeit dient. Aehnlich ist auch der Eindruck, der auf den arktischen Inseln den Naturfreund so lebhaft anregt, der bunte Teppich, den Baer[30]) mit einem von kunstreicher Hand in der Eisregion angelegten Garten und mit dem Schmuck der alpinen Landschaft in den Alpen vergleicht. Er schildert den mit purpurfarbigen Blumen dicht besetzten Rasen der Silenen und Saxifragen, gemischt mit den azurnen Sternen des Vergissmeinnicht, mit goldgelben Ranunkeln und Draben und mit anderen Blüthen von blauen, weissen und hellrothen Farbentönen, unter denen das Grün des geringen Laubes kaum bemerkt wird. Aber er findet auf den alpinen Matten der Alpen die Pflanzen doch mehr massenhaft zusammengehäuft. Die Blüthen der arktischen Flora sind gleichmässiger unter einander vermischt, die einzelnen Rasen stehen weit genug von einander entfernt, um den Boden zwischen sich sichtbar werden zu lassen, und so gleicht dieser reichgefärbte Teppich am Fuss der Berge von Nowaja Semlja einem sorgsam gereinigten Blumenbeet.

Selbständige Gebüsche von Holzgewächsen treten, da die Formen der Zwergsträucher Nebenbestandtheile der Tundren und Matten sind, in grösserem Umfange nur da auf, wo die Vegetationszeit sich verlängert. Hier mischt sich die Weiden- und Rhamnusform zu Gesträuchen von höherem Wuchse, wie in der Nähe der Baumgrenze an der Behringstrasse, wohin die nordische Erle sich verbreitet [*Alnus incana* mit *Salix*-Arten [31]]. So sind auch die Lavafelder im südlichen Island [32] mit Birken und Weidengebüsch bewachsen, welches zuweilen Mannshöhe erreicht (*Betula alba* und *nana*, *Salix phylicifolia* und *lanata*). Aber ebenso wie an den Küsten dieser Insel der Golfstrom das Klima verbessert, so wird auch durch das fliessende Wasser der Ströme die Entwickelungsperiode der Vegetation verlängert, und von diesem Verhältniss ist das höhere Weidengesträuch der arktischen Flussufer der Ausdruck (im Samojedenlande z.B. *Salix hastata* mit *Alnus fruticosa*, im arktischen Amerika *S. speciosa*).

Regionen. Wie hoch sich die arktische Vegetation an den Abhängen des geneigten Bodens nach aufwärts erstrecke, ist schwierig festzustellen und in manchen Fällen kaum auf ein mittleres Maass zurückzuführen. Man kann auch von südlicher gelegenen Gebirgen nicht behaupten, dass die Schneelinie eine Grenze des organischen Lebens überhaupt sei, sondern nur, dass hier der zusammenhängende Pflanzenwuchs aufhöre, indem in jeder beliebigen Höhe, da wo Schnee oder Eis an der Oberfläche nicht haften oder sich nicht dauernd erhalten, die Bedingungen für die Vegetation einzelner Gewächse gegeben sind und eben in der Schneeregion selbst die arktischen Formen häufiger wiederkehren. In den Polargegenden ist die Lage der Schneegrenze indessen viel unbestimmter, weil sie, wie früher gezeigt wurde, in viel höherem Grade von den örtlichen Einflüssen abhängt. Baer [33] erklärt es geradezu für unmöglich, in Nowaja Semlja ihr Niveau zu bestimmen, weil nicht die Abnahme der Wärme mit der Höhe, sondern die örtliche Erwärmung das allein entscheidende Moment bilde. Es giebt dort ewige Schneemassen, die von den Gebirgskämmen herab bis auf wenige Klafter vom Spiegel des Meers reichen, und deren Anhäufung selbst auf die Umgebungen bis zu diesem Grade erkältend einwirkt. Wo aber die Sonnenstrahlen die ganze Fläche eines Abhangs treffen, kommen Berge von mehr als 3000 Fuss Höhe vor, die schon im Juli fast ganz von Schnee entblösst sind, indem das nackte Gestein durch die Insolation

so stark erwärmt wird, dass schon bei eisiger Luftwärme das Erzeugniss des Winters fortschmilzt. An der Meerenge Matoschkin Schar sah Baer zwei ansehnliche Berge, von denen der eine (3100 Fuss hoch) vom Fuss bis zur Spitze mit ewigem Schnee bedeckt war, der andere, etwas höhere (3400 Fuss), aber freier gelegene selbst am Nordabhange fast ganz entblösst war. Aehnliches gilt auch von Spitzbergen, wo die Angaben über die Schneelinie daher höchst widersprechend sind, deren mittleres Niveau aber (etwa 1000 Fuss) die schwedischen Naturforscher [1]) demohngeachtet nach vielen einzelnen Beobachtungen festzustellen gesucht haben. In Island hat Martins [23]) die Schneegrenze zu 2900 Fuss Höhe angenommen, auf Jan Mayen Scoresby [34]) zu 1220 Fuss, und in diesen grossen Unterschieden zeigt sich schon die Bedeutung der örtlichen Einwirkungen.

Allein Baer geht zu weit, wenn er die Versuche, Mittelwerthe für die Schneegrenze aufzustellen, überhaupt verwirft, da dieselben doch zur Vergleichung der Gebirgsfloren von grosser Bedeutung sind. Er führt selbst an, dass Nowaja Semlja eine ungeheure Menge ewigen Schnees bewahrt, und dass doch die Küstenebene gegen Ende Juli allen Schnee verloren hat. Sind auch die Unregelmässigkeiten auf dieser Insel und im arktischen Ural so gross, dass es bis jetzt nicht hat gelingen wollen, die mittlere Schneelinie zu bestimmen, so wird dies da, wo das Gebirge weniger zerrissen und gleichmässiger gebaut ist, leichter möglich sein. Man gewinnt dadurch einen Maassstab für das Niveau, in welchem sie liegen würde, wenn die Dichtigkeit der Luft allein auf die Temperaturkurve einwirkte.

Ruprecht [35]) läugnete in diesen hohen Breiten, wo die alpine Flora gleichsam zum Meeresspiegel herabsinkt, den Einfluss der vertikalen Richtung auf die Anordnung der Pflanzen überhaupt, allein auch innerhalb der alpinen Region ist jede einzelne Pflanzenart in bestimmte Höhengrenzen eingeschlossen, und dasselbe gilt unter allen örtlichen Schwankungen auch von den arktischen Gebirgen. So kann man in Island [36]) nach der Verbreitung der Birken drei Höhenabschnitte unterscheiden, von denen der untere durch Strauchformen der nordischen Art (*Betula alba* bis 1500 Fuss), der mittlere durch die Zwergbirke (*B. nana* bis 2500 Fuss) und der oberste durch Abwesenheit dieser Holzgewächse bezeichnet wird. Am vollständigsten aber hat Rink [37]) die vertikale Anordnung der grönländischen Pflanzen dargestellt, wiewohl durch die Anhäufung des Gletschereises unterhalb der Schneelinie die Verhältnisse hier noch verwickelter als

anderswo erscheinen. Er betrachtet das Innere Grönlands als ein grosses Plateau von etwas über 2000 Fuss Höhe, welches durchaus von Eis bedeckt ist. Im Binnenlande bildet dieses Niveau daher die obere Grenze der Vegetation. Auf der in die Baffinsbai vorspringenden Halbinsel Noursoak (71°), deren Hochfläche 5—6000 Fuss erreicht, beobachtete Rink dagegen noch in der Höhe von 4500 Fuss eine Reihe von Gefässpflanzen, die grösstentheils Ende Juli blühten (am häufigsten *Papaver nudicaule*, überhaupt 8 Stauden nebst einer Graminee und einer Cyperacee). Dies ist, wenn man die niedrigen Mitteltemperaturen in diesem Theile Grönlands ins Auge fasst, eins der auffallendsten Beispiele von dem Einflusse des excessiven Plateauklimas auf das Pflanzenleben, wovon man Kunde hat, um so merkwürdiger, als die Insolation des Sommers, auf der diese Vegetation beruht, hier, in der unmittelbaren Nähe des Meers, durch Nebelbildungen geschwächt wird. Aber diese höchste Elevation der Pflanzengrenzen, die aus dem arktischen Gebiete bekannt geworden ist, steht, wie Rink bemerkt, mit der geringen Menge von Schnee in Beziehung, die auf dieser Halbinsel herabfällt. Ungeachtet so grosser Schwankungen der Vegetationsgrenzen (2000 und 4500 Fuss) war es doch möglich, nach den auftretenden Pflanzenformen bestimmte Höhenabschnitte der grönländischen Flora zu unterscheiden. Rink charakterisirt die untere Region der Halbinsel (0—2000 Fuss) durch Sträucher der Erikenform, die mit Gräsern und Moostundren wechseln, die mittlere (2—3000 Fuss) durch Gräser, Cyperaceen, Lichenen und Moose. Er findet ferner, dass bei 3900 Fuss das letzte Holzgewächs, eine Weide (*S. glauca*), aufhört und die übrigen Gewächse nicht mehr gesellig, sondern nur noch vereinzelt vorkommen, bis bei 4500 Fuss, am Saume der zusammenhängenden Eis- und Schneedecke, jene letzten Gefässpflanzen und mit ihnen auch die Erdlichenen ihre Grenze finden.

Vergleicht man die vertikale Anordnung der arktischen Flora mit der der alpinen Region der Gebirge Lapplands, so zeigt sich die entschiedenste Uebereinstimmung. Am Sulitelma (67°) reicht die alpine Region je nach der Exposition bis 3100 oder 4100 Fuss, wo die Schneelinie sie abschliesst. Abwärts wird sie (bei 1100 und 2100 Fuss) durch den Waldgürtel begrenzt. Der Unterschied liegt also darin, dass im arktischen Gebiet die alpinen Pflanzen bis zum Meere hinabsteigen, während sie sich aufwärts ebenso hoch wie in Lappland, auf jener grönländischen Halbinsel sogar zu einem noch höheren

Niveau verbreiten. Man darf daher wohl als allgemeines Ergebniss dieser Untersuchung annehmen, dass die mittlere Schneelinie bereits in Lappland in ihre tiefste Lage eintritt, weil in noch höheren Breiten der niedrige Sonnenstand sich wenig mehr ändert und die zunehmende Tageslänge auch diesen Unterschied aufhebt, und dass, wo sie noch mehr als in Lappland herabgedrückt ist, dies den örtlichen Einflüssen zuzuschreiben ist.

Vegetationscentren. Die Vertheilung der Vegetation in der arktischen Flora lässt sich von den örtlichen Bedingungen des solaren Klimas und der Bodenwärme ableiten, nicht aber in allen Fällen die Anordnung der Arten, welche, ohne allgemein durch die Polarländer verbreitet zu sein, nur im Bereich bestimmter Meridiane vorkommen. Wo das wirkliche Wohngebiet einer Art enger ist als das mögliche, wie Boden und Klima es bedingen, da hebt das historische Problem an, es muss untersucht werden, ob die Erscheinungen aus den Bedingungen der Pflanzenwanderung zu erklären sind, welche, von einem ursprünglichen Centrum ausgehend, bis zu ihren heutigen Grenzen fortgeschritten sind.

Das merkwürdigste Ergebniss der Untersuchungen über die Anordnung der arktischen Pflanzen besteht darin, dass die grönländische Flora mit dem alten Kontinent in einer engeren Verbindung steht als mit Amerika. Abgesehen von der Gesammtmasse der arktischen Arten, die rings um den Pol mehr oder minder gleichmässig verbreitet ist, zählt Hooker[38]) 39 Pflanzen, die auf den Inseln im Norden von Amerika, nicht aber in Grönland vorkommen, dagegen 18 europäische, die in Grönland wiederkehren und jenseits der Baffinsbai gar nicht gefunden sind, und fast ebenso viele, die nur sporadisch in Labrador oder den White Mountains auftreten und daher ebenfalls als von Osten nach Amerika eingewandert zu betrachten sind. Die Baffinsbai bildet eine Vegetationsgrenze etwa für den achten Theil der Flora der arktisch-amerikanischen Inseln, und ein ebenso grosser Theil der grönländischen Pflanzen hat diesen Meerbusen nicht oder kaum überschritten. In der Flora Grönlands findet Hooker nur 6 Arten, die nicht auch in Europa oder Nordasien einheimisch wären, und auf diese beschränkt sich die Verknüpfung mit den Erzeugnissen des amerikanischen Kontinents. Wenn das Meer den Wanderungen der Pflanzen als eine Schranke entgegentritt, deren hemmende Wirkung in gleichem Verhältniss mit der Entfernung der Küsten wächst, so bietet uns die Absonderung der grönländischen

Flora von Amerika eine entschiedene Ausnahme von diesem allgemeinen Gesetze. Denn im Norden ist Grönland durch den engen und mit einer selten sich lösenden Eismasse erfüllten Smithsund mit Grinnelsland und dadurch mit dem arktischen Amerika auf das engste verbunden; die Baffinsbai selbst ist verhältnissmässig schmal gegenüber der grössten Meeresbreite des ganzen bekannten Polarbeckens, welche die grönländische Ostküste von Skandinavien oder gar von Asien trennt, woher doch, wie ich glaube annehmen zu dürfen, die Pflanzen nach diesem Polarlande eingewandert sind.

Hooker hat den Versuch gemacht, diese und andere Eigenthümlichkeiten der grönländischen Flora, die er mit Recht als den Schlüssel zu dem Vertheilungsgesetze der arktischen Pflanzen betrachtet, aus Darwin's Hypothese [39]) über die Wanderungen derselben in der Glacialzeit abzuleiten. Diese Hypothese nimmt an, dass die heutige Flora Skandinaviens aus älteren geologischen Perioden stamme und vor der Glacialepoche über die Polarzone gleichmässig verbreitet gewesen sei. Als dann nach einer beliebten Vorstellungsweise ein arktisches Klima über den ganzen Planeten sich ausgebreitet habe, seien die Polarpflanzen immer mehr nach dem Aequator zurückgedrängt und bei wiederkehrender Wärme auf ihre früheren Wohnorte zurückgekehrt, indem sie zugleich in die alpinen Regionen der südlichen Gebirge emporstiegen, um sich hier dauernd anzusiedeln. Hooker meint nun, dass bei dieser rückkehrenden Wanderung, die nach der Richtung der Meridiane erfolgte, der Archipel des arktischen Amerikas aus dem Kontinent Gewächse empfangen konnte, die nicht nach Grönland gelangten, weil dieses nach Süden in das atlantische Meer ausläuft und daher nur diejenigen Arten wiederempfing, die während der Glacialzeit sich im südlichen Theile des Landes selbst erhalten konnten. Ich möchte gegen diese Hypothese unter so vielen Einwendungen, die sich darbieten, mir hier nur eine einzige Bemerkung erlauben, indem ich glaube, dass, wenn einfachere Erklärungen möglich sind, es überflüssig wäre, näher auf jene Vorstellungen einzugehen. Wenn es wirklich eine Zeit gab, in welcher der ganze Planet mit Eis bedeckt war oder doch auch nur das Klima der heutigen Polarländer besass, so konnte damals das Baumleben nirgends bestehen. Dieselben Naturforscher nun, die kein Bedenken tragen, eine Glacialzeit in diesem Sinne vorauszusetzen, nehmen zugleich an, dass die heutigen Wälder mit denen der Braunkohlenperiode in einem genetischen Zusammenhange stehen,

und sie haben ein viel grösseres Recht dazu, wenn, wie wir sahen, gewisse miocenische Nadelhölzer von den jetzt lebenden nicht einmal der Art nach zu unterscheiden sind. Wo sind nun diese Wälder geblieben, wenn die Glacialzeit sie zerstörte, die der Braunkohle nachfolgte und der gegenwärtigen Schöpfung vorausging?

Liegt nicht in den Meeresströmungen eine durchaus den Thatsachen entsprechende Quelle der Verknüpfung der grönländischen Flora mit der des arktischen Asiens? Baer [40]) machte schon darauf aufmerksam, wie das Treibeis dazu mitwirkt, die Gewächse um den Pol auszubreiten. Die Erscheinung, dass die Rasen bildenden Stauden auf Nowaja Semlja nicht massenhaft auftreten, wie in den Alpen, sondern dass die verschiedenen Arten unter einander gemischt wachsen, dass bei anscheinend gleicher Beschaffenheit des Bodens die Küste reicher besetzt ist als die dem Meere entfernteren Gegenden, diejenigen Räume, vor welchen Inseln liegen, weniger als die frei gelegenen, erklärt er aus den jährlichen Strandungen des Treibeises, deren Erfolg, mögen Samen oder ganze Pflanzen mit ihren Wurzeln dadurch von Küste zu Küste geführt werden, weit grösser sein müsse als die eigene, oft gehinderte Befruchtung. Das Eis, bemerkt er, ist offenbar das beste Fahrzeug für Ansiedelungen von Gewächsen aus der Ferne und bereichert die Küstenvegetation in jedem Jahr: namentlich, möchte man hinzufügen, wenn es mit losgewaschener Erde und niedergefallenen Steinen beladen ist. Die arktische Strömung, welche, von Sibirien ausgehend, Spitzbergen umkreisend, der grönländischen Ostküste entlang nach dem atlantischen Meere führt, ist ein solches Fahrwasser, welches mit dem asiatischen Küsteneise die Keime der Vegetation Grönland zu Theil werden lässt. Aus den Strömungen der Baffinsbai [10]) sodann, wie Hooker schon selbst angedeutet hat, ist die Absonderung Grönlands von Amerika abzuleiten. Die östliche, die aus der Barrowstrasse die Eisfelder in das atlantische Meer trägt, scheidet die amerikanische Flora von Grönland, und jener Zweig des Golfstroms, der an der Westküste dieses Landes bis zum Smithsund nach Norden geht, ist geeignet, die grönländischen Pflanzen selbst in dieser Richtung zu verbreiten. Die grönländische Flora wird nach Norden nur ärmer, aber ändert ihren Charakter nicht, nimmt keine neue Bestandtheile auf. Gerade in dieser Beziehung ist die Sammlung von Hayes [41]) in den hohen Breiten des Smithsund (78°) wichtig und auch für die Vorstellungen über die Geographie der unbekannten Gegenden des Polarbeckens von Inter-

esse. Petermann hat namentlich aus der Abwesenheit des sibirischen Treibholzes in der Baffinsbai geschlossen, dass der offene Wasserhimmel, welcher am nördlichen Ausgange des Smithsund erblickt wurde, von dem östlichen Eismeere Spitzbergens durch Land getrennt sei. Für diese Ansicht lässt sich nun auch geltend machen, dass unter den Pflanzen vom Smithsund auch nicht eine einzige Art sich befindet, die nicht auch in südlicheren Gegenden an der Westküste Grönlands vorkäme. Es ist ferner bemerkenswerth, dass unter denselben Breitengraden (70°—75°) nach den Sammlungen von Scoresby und Sabine, welche Hooker[38]) verglich, die Ostküste Grönlands, die den Eisstrandungen aus dem arktischen Strome unmittelbar ausgesetzt ist, viel pflanzenreicher sein soll als die Westküste. Wird man nicht durch solche Thatsachen zu der Vorstellung geführt, dass Grönland, welches keine eigenthümlichen Pflanzen aufzuweisen hat, seine Vegetation von Osten aus durch diese Meeresströmung empfing, und dass die einzelnen Arten, der Küstenlinie folgend, nach und nach bis zum Smithsund verpflanzt wurden? Wenn das Eis in dieser Meerenge, wie es nur in gewissen Jahren der Fall ist, sich in Bewegung setzt, so kann es von den wenigen Pflanzen, die an dieser Küste bei dem geringsten Maass der Sommerwärme noch übrig sind, zwar die Ansiedelung längs der amerikanischen Seite der Baffinsbai bewirken, nicht aber amerikanische Arten nach Grönland hinüberführen.

Aber wenn man die Absonderung Grönlands von Amerika aus der Richtung der Meeresströmungen ableitet, die auf die Verknüpfung jenes Landes mit Asien hinweisen, so würde man, auf Darwin's und Hooker's Ansichten bauend, einwenden können, die grönländische Flora sei nicht asiatischen, sondern skandinavischen Ursprungs. Diese Meinung wird darauf begründet, dass Lappland das pflanzenreichste Land jenseits des Polarkreises ist. Allein dieser Reichthum beruht nicht auf einem grösseren Antheil arktischer, sondern südlicher Pflanzen des Waldgebiets, die hier unter dem Einfluss des erwärmenden Golfstroms weiter als anderswo nach Norden gehen. Auf keine einzige Thatsache stützt sich die Vorstellung von dem höheren Alterthum der Vegetation Skandinaviens, wo nur eine seltene Vereinigung von Pflanzen grosser Wohngebiete zu Stande gekommen ist, wie sie der mannigfaltigen klimatischen Gliederung des Landes entspricht. Ein ursprüngliches Vegetationscentrum können wir nur daran erkennen, dass endemische Gewächse vorhanden sind, die

sich von hier aus nicht verbreitet haben, und in diesem Sinne kann Skandinavien nicht als ein Ausgangspunkt von Pflanzenwanderungen gelten, weil es kaum Spuren von eigenthümlichen Arten besitzt. Der grösste Theil der eigentlich arktischen Pflanzen, die dem Waldgebiete fremd sind, findet sich rings um den Pol verbreitet, und von diesen tritt eine Anzahl in die alpine Region Lapplands und Norwegens ein, zum Theil nur sporadisch an einzelnen Standorten. Was diese Region vor der arktischen Flora voraus hat, theilt sie mit anderen europäischen Gebirgen. Schon das Samojedenland besitzt eine Reihe von Arten, die im skandinavischen Lappland nicht vorkommen, und so arm auch die Flora hier und im arktischen Sibirien wegen der grossen Ausdehnung der Tundren erscheinen mag, so finden sich doch gewisse, endemische, Arten im skandinavischen Lappland nicht. Wir haben daher bessere Gründe, eine Einwanderung der arktischen Pflanzen aus Asien in die Gebirge Skandinaviens anzunehmen, als deren Heimath in die letzteren zu verlegen, wie dies bereits von Christ [42]) näher dargelegt worden ist.

Island wird ebenso wie die Ostküste Grönlands an der Nordseite von der arktischen Meeresströmung getroffen, die an Treibholz vielleicht die ergiebigste der Erde ist. Die Reihe der grossen sibirischen Ströme, die in dem lockeren Diluvialboden fast unbewohnter Wälder stetig ihr Bett verändern, ist eine unerschöpfliche Quelle für die Aufnahme von losgespülten Baumstämmen, die sie in das Eismeer tragen, dessen Wogen sie zuletzt an fernen Küsten anhäufen. Wie das Treibholz können auch die Keime und Sprossen lebender Pflanzen sich aus diesen Strömungen ansiedeln, wenn sie das geeignete Klima finden. Die arktischen und alpinen Gewächse sind in Island weniger zahlreich als in Grönland, aber fast sämmtlich übereinstimmend: nur 5 Arten [43]) sind in Grönland bisher nicht aufgefunden, von denen zwei auch in Sibirien vorkommen, die drei anderen in den westeuropäischen Gebirgen einheimisch sind. Wenn Pflanzen durch Meeresströmungen verbreitet werden, so wird ihre Zahl mit der Entfernung vom Ausgangspunkte allmälig abnehmen, und dieser Forderung entspricht das Verhältniss der arktischen Vegetation Grönlands und Islands, indem das sibirische Treibeis früher an die grönländische Ostküste angespült wird, ehe es die Nordküste Islands erreicht. Noch früher als Grönland erreicht es Spitzbergen, aber in dieser hohen Breite können manche Arten, die sich in Grönland ansiedeln, nicht gedeihen. Wenn Island an arktischen Gewäch-

sen zurücksteht, so ist doch die Flora reicher als die grönländische: dieser Vorzug beruht auf Pflanzen des europäischen Waldgebiets. Die Verknüpfung Islands mit Westeuropa ist nicht durch den Golfstrom zu erklären, den diese Wanderung rechtwinkelig trifft, sondern zum Theil den über alle Meridiane wandernden, nordischen Vögeln zuzuschreiben, mit ihren Ruhepunkten auf den Shetlands und Far-Oeer. Auf den Felsen der hochnordischen Küsten und unbewohnten Inseln, die ihnen nahe liegen, treten diese Seevögel in solchen Massen auf, dass man ihren Anblick von den vorüberziehenden Schiffen aus mit den dicht gedrängten Zuschauern eines Theaters verglichen hat. Eine Reihe von Sumpf- und Wasserpflanzen, die anderswo in hohen Breiten nicht mehr vorkommen, hat sich in Island, namentlich in der Nachbarschaft der Thermen [44], angesiedelt. Dann ist aber diese Insel auch das einzige Gebiet der arktischen Flora, wohin eine alte Civilisation vorgedrungen ist: die Bevölkerung ist vielleicht grösser als in allen übrigen arktischen Ländern zusammengenommen, und so hat der Verkehr die Ansiedelung einer Reihe von Pflanzen (22 Arten) bewirkt, die den Menschen auf seinen Wanderungen zu begleiten pflegen.

Spitzbergens Flora ist, der Richtung des arktischen Stroms entsprechend, näher mit Sibirien und Grönland als mit Lappland verknüpft. Reichlich der vierte Theil der daselbst vorkommenden Gefässpflanzen fehlt in Skandinavien [45] [24 Arten unter 93], in Grönland fehlen nur 12 Arten, und da diese bereits der Mehrzahl nach im arktischen Asien nachgewiesen sind und die übrigen hinreichender systematischer Sicherstellung ermangeln, so entspricht die Vertheilung doch auch hier der geographischen Lage, nach welcher Spitzbergen früher von der sibirischen Strömung als Grönland erreicht wird.

Alle diese Inseln des Eismeers, Grönland, Island, Spitzbergen und Nowaja Semlja sind ohne endemische Pflanzen, oder wenigstens ist keine Art als solche festgestellt. Ihre arktische Vegetation ist also von dem Festlande entlehnt, mit dem der sibirische Meeresstrom sie in Verbindung setzt. Auf den Kontinenten selbst ist der Austausch durch die Küstenverbindung längs des Eismeers in solchem Grade erleichtert, dass die meisten Pflanzen der arktischen Flora rings um den Pol verbreitet sind, und die übrigen in derselben Weise wie in den Waldgebieten, nämlich so, dass die Verschiedenheiten mit den Entfernungen allmälig wachsen. Die grösste Uebereinstimmung

herrscht zwischen dem arktischen Europa und Asien; nach und nach wachsen die Unterschiede, wenn man zum westlichen, dann zum östlichen Nordamerika übergeht. Labrador und der arktisch-amerikanische Archipel bilden daher zu dem Samojedenlande den verhältnissmässig grössten Gegensatz.

Die Gesammtsumme der in der arktischen Flora nachgewiesenen Gefässpflanzen schätze ich auf 700 Arten [46], unter denen, da die Mehrzahl auf das arktische oder alpine Klima nicht beschränkt ist, kaum 300 als charakteristisch zu bezeichnen wären. Da ferner diese letzteren meistentheils in der alpinen Region der Waldgebiete wiederkehren, so bleiben für die arktische Flora nur etwa 20 endemische Gewächse [47] übrig. Hiernach könnte man geneigt sein, derselben die Vegetationscentren überhaupt abzusprechen, indem es ja möglich wäre, dass auch diese geringe Anzahl von eigenthümlichen Pflanzen auf südlicheren Gebirgen noch aufgefunden würde. Diese Ansicht hat Christ [48] zu begründen versucht und den Ursprung der arktischen Flora hauptsächlich von den Gebirgen des nördlichen Asiens abgeleitet. So lange indessen jene endemischen Pflanzen der arktischen Flora ausserhalb ihres Gebiets nicht nachgewiesen sind, müssen selbständige Ausgangspunkte der Wanderung innerhalb desselben angenommen werden, sowie es auch der Analogie entspricht, dass solche Wanderungen auf dem Festlande in entgegengesetzten Richtungen stattfanden. Aber auch hiervon abgesehen sind in der Anordnung der arktischen Pflanzen selbst mehrere Momente enthalten, welche schliessen lassen, dass ein Theil derselben in den hohen Breiten Asiens und Amerikas entstanden ist.

Hooker [49] entwarf eine Liste derjenigen arktischen Pflanzen, deren Wohngebiet sich von Europa durch Asien und Amerika über alle Meridiane bis Grönland erstreckt: von solchen circumpolaren Arten zählt er 85. Fast alle diese Gewächse bewohnen auch niedrigere Breiten in Asien, der grösste Theil [48] die alpinen Regionen der altaischen Gebirgszüge, die übrigen das Waldgebiet, aus welchem sie in die arktische Flora eintreten. Wenn sie sich durch die Meeresströmungen längs des Eismeers und zu dessen Inseln verbreiteten, so ist hier die Richtung ihrer Wanderungen gegeben, nicht aber auf dem Festlande, wo dieselben ebenso wohl vom Eismeer zum Altai als in entgegengesetztem Sinne erfolgen konnten. Nun lassen sich in manchen Fällen zwei Formen der Anordnung und dadurch die ursprünglich arktischen von den alpinen unterscheiden, indem ent-

weder die circumpolare oder die Verbreitung in den alpinen Regionen überwiegt. Finden sie sich nur sporadisch auf gewissen Gebirgen, während sie im Polarbecken allgemein auftreten, so muss auf ihren Ursprung in hohen Breiten geschlossen werden. Zwei monotypische Gattungen können als Beispiele dieses Verhältnisses dienen. Die in dem Bau ihrer Blüthe anomale Ericee Diapensia findet sich sporadisch auf den norwegischen Fjelden, auf dem Altai, den Rocky- und den White Mountains; im Polarbecken gehört sie zu den häufigsten Erscheinungen, in den entlegensten Meridianen: wenn man hier ihren Ursprung voraussetzt, ist es bei einer so grossen Wanderungsfähigkeit leichter zu begreifen, dass sie sich in den Gebirgen nicht allgemeiner verbreitet und nicht bis zu den Alpen und bis zum Himalaja gelangt ist. Die Polygonee Koenigia, ebenfalls circumpolar, ist auf den Gebirgen Asiens zwar bis zum Himalaja nachgewiesen, aber in Europa nur auf einige Standorte der skandinavischen Fjelde beschränkt. Ueberhaupt verdienen bei der Untersuchung über die Vegetationscentren die monotypischen Gattungen eine viel sorgfältigere Berücksichtigung als die endemischen Arten. Bei den letzteren ist die Frage, ob ihre Organisation nur durch den allmälig wirkenden Einfluss des Klimas verändert und von Arten anderer Gegenden abzuleiten sei (klimatische Varietäten), häufig nicht so sicher zu entscheiden, dass im einzelnen Falle eine allgemeine Anerkennung von Seiten der Systematiker erreicht werden kann. Wo aber der Bau der Blüthe ein so eigenthümlicher ist wie bei den meisten monotypischen Gattungen, kann keine Meinungsverschiedenheit darüber stattfinden, dass eine Kraft, sie zu erzeugen, gewirkt habe, die aufzuklären unsere Erfahrungen über die Variabilität der Arten nicht genügen. Ich finde nun in der arktischen Flora die für ihre geringe Mannigfaltigkeit ungemein hohe Zahl von 10 monotypischen Gattungen, die grösstentheils nur sporadisch in niedrigeren Breiten wiederkehren. Rein endemisch ist eine Graminee (*Pleuropogon*), die bis jetzt nur auf den Parry-Inseln beobachtet wurde. Beinahe endemisch kann man ferner eine Caryophyllee (*Merckia*) nennen, die vom nordwestlichen Theil des arktischen Amerikas bis zur Kolyma im östlichen Sibirien vorkommt und südwärts nur bis Kamtschatka verbreitet ist. Diese beiden Gewächse sind also für die westlichen Vegetationscentren des Polarbeckens bezeichnend, als deren Ostgrenze die Scheidung der beiden arktischen Meeresströmungen am Tschuktschenlande betrachtet werden kann. Denn an diesen Küsten,

in demjenigen Meridian, der das östliche Sibirien mit dem Wrangellande verbindet, hat man einen periodischen Wechsel der Strömungen beobachtet. Nach dieser Grenzbestimmung theilen sich die 10 Monotypen [50]) der arktischen Flora in der Weise in die beiden Kontinente, dass bei 3 Gattungen der asiatische (*Osmothamnus*, *Gymnandra*, *Koenigia*), bei 4 der amerikanische Ursprung gewiss ist (*Merckia*, *Douglasia*, *Dodecatheon*, *Pleuropogon*): bei den drei übrigen lässt sich diese Sonderung nicht mehr deutlich erkennen (*Diapensia*, *Monolepis*, *Dupontia*), doch ist auch bei diesen die amerikanische Heimath wahrscheinlich. Diese Ergebnisse geben eine deutliche Vorstellung von der circumpolaren Verbreitung der arktischen Pflanzen überhaupt. Die Wanderung ist im Polarbecken durch die Konfiguration des Festlandes und durch die Meeresströmungen so erleichtert worden, dass in diesen Breiten, wie es noch im Waldgebiete möglich ist, eine Sonderung der Florengebiete beider Kontinente nicht durchzuführen sein würde.

Vergleichen wir in dieser Beziehung die Reihe der endemischen Arten, so bemerken wir, dass unter ihnen nur drei auf Asien, elf auf Amerika beschränkt sind. Der Uebergang in die alpinen Regionen ist in Asien, wo hohe Gebirgsketten sich durch die ganze Breite des Kontinents erstrecken, in weit höherem Grade begünstigt als in Amerika. Ebenso leicht konnten sich in Europa die arktischen Pflanzen aus den Tundren nach Lappland, durch die Gebirge bis zu den Alpen verbreiten, wie wir aus zahlreichen gemeinsamen Pflanzen erkennen können. Im östlichen Kontinent sind daher nur wenige Ueberreste der ursprünglichen Vegetation auf die arktische Flora beschränkt geblieben. In Amerika bieten nur die Rocky Mountains und das isolirte Gebirge von New Hampshire Raum für die Aufnahme arktischer Pflanzen, und die ersteren sind sowohl durch ihre Axenrichtung als die geringe Breite ihrer alpinen Region wenig dazu geeignet. Hieraus erklärt sich also die Erscheinung, dass in Amerika die arktischen Pflanzen in den Gebirgen viel spärlicher wiederkehren als im östlichen Kontinent.

Heer [51]) hat zu Gunsten der Darwin'schen Hypothese über den Ursprung der arktischen Flora geäussert, dass man im Polargebiete Amerikas alpine Gewächse Europas, aber keine amerikanische Gebirgstypen antreffe. Allein dies ist nur in Bezug auf die circumpolaren Arten richtig, die sich eben von Asien aus in beiden Richtungen mit den Strömungen verbreitet haben, nicht aber passt es auf die-

jenigen, in denen sich der Unterschied beider Kontinente ausspricht. Wie viel leichter der Austausch mit den Waldgebieten in demselben Kontinente stattfinden konnte, geht daraus hervor, dass in dem Hooker'schen Katalog der arktischen Flora 12 Gattungen enthalten sind [52]), die in Amerika diesseits und jenseits des Polarkreises vorkommen, ohne in den östlichen Kontinent überzugehen. Dies sind eben die amerikanischen Typen, die der grönländischen Flora durchaus fehlen. Dass auch der Süden Grönlands, der doch fast bis zum sechzigsten Breitengrade herabreicht, viel weniger Pflanzen des Waldgebiets aufgenommen hat als Island, ist durch die Absonderung vom Festlande und dadurch zu erklären, dass die Meeresströmungen keine Verknüpfung mit entsprechenden Klimaten der gemässigten Zone herbeiführen.

II.

WALDGEBIET DES OESTLICHEN KONTINENTS.

Klima. Diesseits der öden Polarwüste, wo das Eis und die langen Nächte der Vegetation das Wachsthum streitig machen, umgiebt ein breiter Waldgürtel den ganzen Umkreis der nördlichen Hemisphäre. Von diesen Wäldern sind, ehe sie bewohnt waren, beide Kontinente, der östliche wie der westliche, in höheren Breiten gleichmässig bedeckt gewesen. Erst die Kultur hat den Waldboden von den atlantischen Küsten aus gelichtet. In Europa, wo die hercynischen Wälder den Römern ein ähnliches Naturbild boten, wie die kanadischen heutzutage den Ansiedlern des Westens, ist diese Umgestaltung der ursprünglichen Vegetationsverhältnisse längst zu einem gewissen Abschlusse gelangt und hat im Norden und Osten an der Ungunst des Klimas ihre Schranke gefunden. In unseren Zeiten wiederholen sich dieselben Vorgänge im Waldgürtel Nordamerikas und geben uns eine deutliche Vorstellung von dem, was Europa einst gewesen ist. In den grossen Wäldern Sibiriens und des britischen Amerikas, in den Jagdgebieten der Pelzthiere, hat sich der ursprüngliche Charakter der Vegetation rein erhalten, und hier ist daher klarer der Umfang ihrer Lebensbedingungen zu erkennen, als wenn wir von den Kulturländern selbst ausgehen wollten. Denn die Vortheile, welche die genauere und umfassende Erforschung ihrer Flora verheisst, kommen mehr der topographischen Zeichnung des Pflanzenlebens zu Gute als dem Streben, den Zusammenhang von Klima und Vegetation von allgemeineren Standpunkten aus zu würdigen.

In südlicher Richtung ist dieser nordische Waldgürtel fast überall durch schroffe klimatische Uebergänge ebenso fest bestimmt und

abgeschlossen, wie im Norden durch die Baumgrenze und den Ackerbau. Im Inneren beider Kontinente treffen wir auch hier in weiter Erstreckung auf eine andere, eine südliche Grenze des Baumlebens, wo die Steppen Asiens und Russlands, die Prairieen Nordamerikas beginnen. Aber auch gegen die Westküsten hin, wo das Seeklima günstiger einwirkt, am mittelländischen Meer und in Kalifornien, ändert sich der Vegetationscharakter in seinen Hauptzügen, sobald bestimmte klimatische Linien überschritten werden, und so sind es nur die beiden östlichen Abschnitte der Waldzone, die Landschaften des Amurgebiets und die südlichen Staaten Nordamerikas, wo der Uebergang von höheren zu niederen Breiten sich allmäliger abstuft.

Den ganzen nördlichen Waldgürtel als ein einziges Vegetationsgebiet gleich dem arktischen aufzufassen, könnte man geneigt sein, wenn man die zahlreichen Analogien erwägt, welche den östlichen mit dem westlichen Kontinent verbinden, wie ja auch gleichartig hier wie dort die Civilisation auf denselben natürlichen Grundlagen sich zu entwickeln scheint. Aber gerade die Küstenländer zu beiden Seiten des atlantischen Meers, welche zunächst zu solchen Vergleichungen auffordern, sind in ihrem Vegetationscharakter viel bestimmter von einander abgesondert als dies irgendwo in den waldlosen Gegenden der Polarzone der Fall ist. Die zunehmende Breite des Meers und die klimatischen Gegensätze der Lage, die durch die Richtung des Golfstroms erhöht werden, stehen der Vermischung der vegetabilischen Erzeugnisse beider Kontinente entgegen. Sind nun zwar am stillen Meere die Verschiedenheiten der Flora weniger durchgreifend, so wird doch auch hier durch das Herabsinken der Baumgrenze bis zum vierundsechzigsten Breitengrade die Grösse des maritimen Abstandes von Asien zu Amerika bedeutend erweitert und dadurch der Austausch der beiderseitigen Vegetationscentren innerhalb des Waldgebiets erschwert. Aus diesen Gründen erscheint es naturgemäss, die Zone der Wälder nicht wie die Vegetation der Polarländer als ein Ganzes zusammenzufassen, sondern sie im östlichen und westlichen Kontinent abgesondert zu betrachten.

Eine viel schwierigere, ja in gewissem Sinne unlösbare Frage ist es, ob das Waldgebiet des östlichen Kontinents sich in enger begrenzte, natürliche Floren theilen lasse. Nicht bloss die Reihenfolge der Klimate von Lappland bis zu den Alpen und Pyrenäen scheint dazu aufzufordern, sondern in weit höherem Grade der noch viel grössere Gegensatz, der zwischen dem Inneren Sibiriens und den

europäischen Küstenländern besteht. Die Grundsätze, welche uns hier wie in allen ähnlichen Fällen leiten, und die den Zweck haben, ein natürliches Gesammtbild von der Vegetation irgend eines Raums auf der Erde, mag er gross oder klein sein, entwerfen zu können, stehen jedem Versuche dieser Art entgegen, sofern von Frankreich bis Kamtschatka sich nirgends die Physiognomie der organischen Natur in erheblichem Grade geändert zeigt und der Wechsel, den der allmälige Uebergang vom See- zum Kontinentalklima hervorruft, nicht sowohl auf neuen Formen und Formationen, als auf den in stetiger Reihe auftretenden und schwindenden systematischen Bestandtheilen der Flora beruht. Ein sehr anschauliches Bild von der Uebereinstimmung des landschaftlichen Charakters im äussersten Osten Sibiriens mit dem europäischen liefern die Vegetationsansichten aus Kamtschatka von Kittlitz [1]). Dieser Reisende bemerkt, dass sich daselbst die Physiognomie des mittleren und nördlichen Europas weit vollständiger wiederhole als man bei dem grossen Längenunterschiede erwarten sollte; auch sei die Menge europäischer Pflanzenarten sehr beträchtlich. Die Ebenen und die Abhänge der Gebirgszüge sind grossentheils mit herrlichen Wäldern bedeckt, diese von üppigen Waldwiesen unterbrochen. Wie unter den Laubhölzern des skandinavischen Nordens ist die Birke der vorherrschende Waldbaum, aber in der Mitte der Halbinsel erstreckt sich querüber ein Streifen von Nadelholzbeständen, in denen die Formen der Tannen und Lärchen vertreten sind, in deren Unterholz ein Reichthum beerentragender Gewächse sich birgt, gerade wie in Skandinavien und aus denselben Arten, wie hier, zusammengesetzt. Selbst die Weidengebüsche, welche die Moräste des westlichen Kamtschatka begleiten, erinnern an die Bekleidung der Sümpfe in Russland.

Zu einem abweichenden Ergebniss aber führt die Vergleichung Sibiriens und Europas, wenn man nicht die Physiognomie der Natur, sondern die systematischen Bestandtheile der Flora der Vergleichung zu Grunde legt. Zwar ist der Antheil übereinstimmender Arten bis zum fernsten Osten noch immer erheblich zu nennen, aber doch nicht grösser als zwischen den Amur-Landschaften und dem nordwestlichen Amerika. Ich glaube die Zahl europäischer Arten im östlichen Sibirien auf mehr als 30 Procent der Gesammtsumme von Gefässpflanzen schätzen zu dürfen [2]). Berücksichtigt man aber hiebei, dass nach den Untersuchungen Asa Gray's [3]) fast 15 Procent der in den nordöstlichen Vereinigten Staaten einheimischen Gewächse auch in

Europa vorkommen, also das ganze Waldgebiet beider Kontinente bewohnen, so ist es klar, dass in der Richtung von Westen nach Osten das Auftreten und Verschwinden der Arten in einer allmälig wachsenden Reihe vor sich geht, dass die Uebereinstimmung und Verschiedenheit der Flora nur von der Grösse des geographischen Abstandes abhängt. In den weiten Tiefländern, aus denen diese Waldzone grösstentheils besteht, ist die Wanderung der Pflanzen fast nirgends durch mechanische Hindernisse gehemmt, und wie die klimatischen Linien, welche die Gegensätze des See- und Kontinentalklimas bezeichnen, in stetiger Reihe auf einander folgen, so sind auch die einzelnen Gewächse nach ihrer Receptivität gegen diese Einflüsse in stetig fortschreitendem Wechsel geordnet. Die kräftigsten und vom Klima unabhängigsten Organisationen gehen am weitesten, die europäische Kiefer bis zum östlichsten Theil von Sibirien. Je mehr die Lebenssphäre der einzelnen Arten im Kampfe mit der unorganischen und organischen Natur durch einen zarter angelegten Bau beengt wird, desto weniger entfernen sie sich von ihrer ursprünglichen Heimath. Da alle diese Verhältnisse durch Uebergänge vermittelt sind, so wäre eine klimatische Eintheilung des Kontinents in abgesonderte Florengebiete ganz willkührlich und unzulässig, bis zu welchem Grade auch die Ungleichheit der Erzeugnisse in entfernt von einander gelegenen Landschaften anwachsen mag. Um das Charakteristische in dieser Mannigfaltigkeit darzustellen, kann man daher nur einzelne Gewächse oder Gruppen von Arten benutzen, sofern sich in ihnen ein bestimmtes Moment der physischen Lebensbedingungen darstellt, und diese Auffassung hat zu dem Begriffe der Vegetationslinien[4]) geführt, nach denen sich die europäisch-sibirische Flora klimatisch gliedert.

Dieser Begriff hat in den Tiefländern der Erde dieselbe Bedeutung wie die Unterscheidung der Regionen in den Gebirgen, die dazu dient, deren Vegetation geordnet darzustellen, eine Aufgabe, die von Humboldt und Wahlenberg zuerst naturgemäss durchgeführt wurde. Die Regionen sind durch klimatische Grenzwerthe bestimmt. Jede Pflanze ist an ein bestimmtes Maass von Wärme gebunden, ihre Höhengrenze liegt, wo dieses nicht erreicht oder überschritten wird. Aber nur da sind die Regionen scharf gesondert oder gewähren eine anschauliche Grundlage der Darstellung, wo die Physiognomie der Gebirgslandschaft sich plötzlich durch eine neue Bildungsweise der vegetativen Organe ändert, wo z. B. Laub- und Nadelhölzer sich

berühren oder an der Baumgrenze nur noch Sträucher, weiter aufwärts die Alpenmatten übrig bleiben.

Wie es also im Gebirge eine Menge von Pflanzengrenzen giebt, die zur übersichtlichen Schilderung der Vegetation und zur Untersuchung ihrer physischen Bedingungen ungeeignet sind, weil der Wechsel der Arten in stetiger Reihenfolge unmerklich vor sich geht, so ist dies in den grossen Ebenen, wo die klimatischen Gegensätze über so weite Räume sich vertheilen, in viel höherem Maasse der Fall. In den Alpen durchschreitet man, von den Thälern zum ewigen Schnee ansteigend, in wenigen Stunden dieselben oder ähnliche Klimate, deren Abstufung in der Tiefebene sich vielleicht auf 30 Breitengrade ausdehnt. Aber nicht allein die räumlichen Unterschiede erschweren die Benutzung klimatischer Grenzen zu Eintheilungen der Erdoberfläche von geographischem Werth, sondern mehrere andere Verhältnisse haben dazu beigetragen, den Vegetationslinien einen weniger leichten Eingang zu verschaffen als den Regionen, deren Bedeutung sofort allgemein anerkannt wurde. Zuerst ist es, wenn man in der Ebene die Verbreitungsgrenze einer Pflanze festgestellt hat, viel schwieriger zu entscheiden, ob dieselbe von einem klimatischen Werthe abhängt oder nur auf einer unvollendeten Wanderung beruht, die, wenn der Ansiedelung Raum geschafft würde, jene Grenzlinie vorrücken müsste. Denn durch die Vegetation, welche sich des Bodens bereits bemächtigt hat, durch die Grösse des Raums selbst wird die Pflanzenwanderung in horizontaler weit mehr als in vertikaler Richtung erschwert, wo der klimatische Grenzwerth durch die Radien des Kreises, über dem ein Gewächs seinen Samen ausstreut, so bald erreicht wird. Dies hat Sendtner durchaus übersehen, als er in seinem Werke über die Vegetation der bayerischen Alpen [5]) klimatische und nicht klimatische Pflanzengrenzen ohne Unterscheidung zusammenstellte. Gerade die Alpen, die Hochgebirge überhaupt sind in dieser Beziehung lehrreich. Die horizontale Verbreitung der Pflanzen, welche die Kämme und Gipfel des Gebirgs bewohnen, ist durch die Pässe und Thalfurchen gehemmt. Hier haben manche Arten an demselben Abhange einen weit grösseren Wechsel des Klimas zu ertragen, als wenn sie in gleicher Höhe durch die ganze Alpenkette fortgewandert wären, und es sind daher nur mechanische Hindernisse, wodurch entlegene Theile des Gebirgs, wie Illyrien und das Dauphiné, eine so hohe Eigenthümlichkeit ihrer Flora behaupten. Die Grenzen der östlichen und westlichen Alpenpflanzen haben nur

für die Erforschung der Vegetationscentren eine gewisse Bedeutung, sie sind veränderliche, die klimatischen Grenzen sind unveränderliche Werthe, und auf diese möchte ich nun überhaupt den Begriff der Vegetationslinien einschränken, um den Raum, den sie umschliessen, mit den Gebirgsregionen vergleichen zu können.

Die Aufgabe, diese wahren, klimatischen Vegetationslinien von historisch gegebenen Pflanzengrenzen zu unterscheiden, wird ferner dadurch erschwert, dass das Gedeihen eines Gewächses von den verschiedensten, gleichzeitig auf dasselbe wirkenden, klimatischen Einflüssen abhängt. Die Wälder bedürfen, um den jährlichen Kreislauf des Baumlebens zu vollenden, eines längeren Zeitraums als kleinere Gewächse, und während dieser Periode der genügenden Wärme, aber zugleich auch einer grossen Masse von Wasser, welches von den Wurzeln zur Krone beständig durch die Stämme strömen muss. Die Baumgrenze ist daher sowohl von einer bestimmten Gestalt der Temperaturkurve, als von stetigen, den Boden tränkenden Wasserzuflüssen abhängig, und ihr Verlauf wird um so unregelmässiger, je weniger Wärme und Feuchtigkeit zu einander in geographischer Beziehung stehen. Von den einzelnen Holzgewächsen ertragen einige die höchsten Kältegrade, bei denen das Quecksilber starr wird, andere erfrieren leicht, gewisse Arten, wie der Weinstock, bringen ihre Früchte nicht zur Vollkommenheit, wenn die Reife durch die Wärme des Spätsommers nicht begünstigt ist. Bäume, deren Wurzeln tief in den Boden eindringen, können in einem grossen Theile Sibiriens nicht gedeihen, wo das unterirdische Eis im Sommer nur oberflächlich aufthaut. Alle diese Aenderungen der physischen Lebensbedingungen, deren Maass durch die Gestalt der jährlichen Temperaturkurve, durch die Wärme der einzelnen Jahresabschnitte gegeben ist, hängen theils von den Breitengraden, theils von dem Gegensatz des See- und Kontinentalklimas ab, sie steigern oder mindern sich sowohl mit der solaren Wärme, als mit dem geographischen Abstande vom atlantischen Meer. Die Vegetationslinien entsprechen demnach nicht immer dem Verlauf bestimmter, klimatischer Grenzwerthe, sondern dem Zusammenwirken mehrerer. Auf Karten eingetragen, erscheinen sie oft viel unregelmässiger als die Grenzen der Wald- und Schneeregionen, welche die unmittelbare Anschauung oft schon aus der Ferne oder vom Fusse des Gebirgs aus als horizontal verlaufende Linien weithin unterscheidet. In vertikaler Richtung nimmt die Wärme der Luft und des Bodens mit der Höhe so regelmässig ab

und so viel rascher als andere klimatische Werthe sich ändern, dass der Einfluss der übrigen weniger bemerklich ist. In der Ebene hängen zwar das solare Klima und die Tageslänge von den Parallelkreisen des Aequators ab, aber andere klimatische Einflüsse, die bedeutend auf die Lage der Vegetationslinien einwirken, sind ebenso unregelmässig vertheilt wie Festland und Meer, wie Gebirgsketten und Fläche, und hiedurch verwickelt sich die Aufgabe, in jedem einzelnen Falle das bestimmende, klimatische Moment zu erkennen. Allein dieser Schwierigkeit ist doch dadurch auszuweichen möglich, dass die Organisation der Pflanzen auf diejenigen klimatischen Einflüsse schliessen lässt, von denen ihr Wohngebiet bestimmt wird. Die Dauer der Entwickelungsperiode, die nur innerhalb gewisser Grenzen sich verkürzen kann, die Unfähigkeit, niederen Temperaturgraden Widerstand zu leisten, sind solche Lebenserscheinungen, aus denen wir auf den Zusammenhang zwischen der Organisation und bestimmten klimatischen Werthen mit Sicherheit schliessen können.

Wäre es nun aber auch gelungen, die Vegetationslinien auf klimatische Einflüsse zurückzuführen, so ist doch damit allein die Aufgabe noch nicht erfüllt, ein natürliches Florengebiet in bestimmte, geographische Abschnitte zu zerlegen. Dies wird erst dadurch erreicht, dass die klimatischen Grenzwerthe, die zur Eintheilung dienen sollen, von gleichartiger Beschaffenheit sind. Denn die Linien, welche den verschiedenartigen Einflüssen des Klimas auf das Pflanzenleben entsprechen, kreuzen sich in mannigfaltigen Richtungen und sind daher, in ihrer Gesammtheit aufgefasst, untauglich, den Charakter einer abgesonderten Räumlichkeit auszudrücken. Im mittleren Russland schneidet die Südostgrenze der Calluna-Haide die Polargrenzen der meisten Laubhölzer, die in nordöstlicher Richtung aufhören [6]). So ist auch die Vegetationslinie der europäischen Weinkultur, weil die Wärme des Spätsommers, die sie bedingt, nach Norden und Westen abnimmt, eine Nordwestgrenze, die der Buchenwälder, von den in nördlicher und östlicher Richtung geänderten, klimatischen Werthen abhängig, eine nordöstliche. Beide Gebiete, die des Weinbaus und des Buchenwalds, sind von einander unabhängig, am Rhein fallen sie zusammen, in Dänemark, in England wird die Buche vom Weinstock nicht begleitet. In den Ostseeprovinzen würde andererseits der Weinbau über die Buchenwälder hinausreichen, wenn nicht hier ein anderer klimatischer Einfluss, die

Verkürzung des Sommers, dem Fortkommen der Rebe ebenfalls eine Schranke setzte. Zu geographischen Eintheilungen können nur solche klimatische Linien benutzt werden, die, ohne sich irgendwo zu schneiden, gleichsam harmonisch verlaufen und den Kontinent daher in räumlich abgeschlossene Abschnitte theilen. Welche Werthe dazu ausgewählt werden, ist bis zu einem gewissen Grade willkührlich, aber in den nördlichen Breiten Europas und Asiens eignen sich zu diesem Zwecke doch nur diejenigen, welche die Abstufungen des See- und Kontinentalklimas bezeichnen, weil durch sie allein die Physiognomie der Wälder, der hier durchaus vorherrschenden Formationen, wesentlich geändert wird.

Bevor jedoch auf das See- und Kontinentalklima näher eingegangen wird, ist der allgemeine, klimatische Charakter der europäisch-sibirischen Flora zu untersuchen, welcher den übereinstimmenden Verhältnissen der Vegetation zu Grunde liegt. Es sind die Bedingungen des Baumlebens zu erörtern, die der arktischen Flora fehlten, und die hier zuerst gegeben sind, um sofort, jede andere Vegetation überwältigend, die volle Energie des Waldes hervorzubringen. Je höher ein Gewächs über den Erdboden sich erhebt, je grösser das Gewicht wird, welches die unteren Organe zu tragen und zu stützen haben, desto kräftiger müssen diese an Masse und Kohäsion sich ausbilden. Der Holzstamm leistet dasselbe für die Krone des Baumes, was den Säulen eines Bauwerks übertragen ist, deren Stärke mit der Last des Gewölbes in einem angemessenen Verhältniss steht. Die Bäume des Nordens sind dikotyledonisch, ihre Krone nimmt, so lange das Leben fortdauert, von Jahr zu Jahr stetig an Umfang und Gewicht zu. Diesem entspricht das jährlich wiederkehrende Wachsthum des Holzstammes im transversalen Durchmesser, die beständige Erneuerung der Rinde, durch welche die zartesten, die entwickelungsfähigen Gewebtheile gegen die Atmosphäre geschützt werden. Hier werden viel mannigfaltigere, vegetative Processe zum Bedürfniss als bei Gewächsen von geringerer Grösse, und jeder einzelne Process fordert, um das Material zu bereiten, es an den Ort seiner Bestimmung zu leiten und zu verwenden, ein bestimmtes Zeitmaass. In einem Klima, wo die Vegetation noch immer durch die sinkende Temperatur lange Zeit unterbrochen wird, ist die Entwickelungsperiode für alle diese Wachsthumsphasen karg zugemessen. Derjenige Abschnitt der Temperaturkurve, der vegetative Processe zulässt, erhält die Bedeutung eines klimatischen

Grenzwerths, der für verschiedene Bäume von ungleicher Dauer sein kann, aber für alle Bäume einen verhältnissmässig grösseren Umfang haben muss als für Sträucher und Stauden. Die Belaubung, die Ablagerung von Nahrungsstoffen, die im Frühjahr benutzt werden, die Bildung überwinternder Knospen, die Entwickelung von Blüthen und Früchten, alles dies sind Phasen des Pflanzenlebens, die den mehrjährigen Gewächsen nördlicher Klimate gemeinsam angehören. Aber die Bäume bedürfen ausserdem noch des fortschreitenden Stammwachsthums, und da sie zugleich an Masse der zu bildenden Gewebtheile die übrigen Gewächse übertreffen, so muss auch das Zeitmaass ihrer jährlichen Vegetationsperiode, um alle diese organischen Arbeiten zu vollenden, grösser sein. Die erste klimatische Bedingung des Baumlebens ist demnach eine bestimmte Dauer der Vegetationsperiode. Nehmen wir an, dass ein Baum, um nach dem Winter seine Wachsthumsphasen zu beginnen, einer Temperatur von 8° R. bedarf, und dass er im Herbste wieder aufhört thätig zu sein, wenn die Wärme unter diesen Werth herabsinkt, so frägt sich, wie viel Zeit zwischen diesen beiden Ordinaten der Temperaturkurve mindestens eingeschlossen sein muss, damit jenen mannigfachen Aufgaben genügt werde. Hierüber ist ein Aufschluss aus den klimatischen Beobachtungen an der Baumgrenze zu erwarten. Aus den Wärmemessungen zu Alten im skandinavischen Lappland (70° N.B.) geht hervor [7], dass hier, wo für die vegetativen Processe nur ein Spielraum von drei Monaten übrig bleibt, der durchschnittliche Grenzwerth erreicht ist, den das Baumleben noch ertragen kann. Hiemit steht in einem gewissen Einklang, dass in Mitteleuropa der Zuwachs des Holzes zu Anfang Mai beginnt und mit dem August endet, also etwa vier Monate in Anspruch nimmt. Dies sind, wie gesagt, nur Durchschnittswerthe, die aber eben als solche das klimatische Verhältniss des Waldgebiets zu den baumlosen Gegenden ausdrücken. Abgesehen davon, dass die Insolation den vegetativen Process früher hervorrufen kann, als das Thermometer erwarten lässt, mag an der Polargrenze der Wälder die erhöhte Tageslänge zur Verkürzung der Entwickelungsperiode beitragen. Auch ist die Dauer derselben bei verschiedenen Bäumen ungleich und die Lage der Baumgrenze daher auch von der Baumart abhängig, welche sie bildet. Im Taimyrlande Sibiriens gehen die Bäume weiter nach Norden als irgendwo sonst [72°] [8], aber hier ist an der Baumgrenze nur noch die Lärche übrig, deren Nadelschmuck daselbst nur zehn

Wochen dauert [9]), und die auch in den Alpen höher als andere Coniferen ansteigt. Dieser Baum wird zwar nicht, wie es bei anderen Nadelhölzern der Fall ist, zum Strauch, wenn sein klimatischer Grenzwerth überschritten ist, aber er verjüngt sich zuweilen zu mannshoher Zwerggestalt, und in diesem Falle kann, da nun nur wenig Holz zu bilden ist, die Belaubungszeit noch mehr verkürzt werden [10]). Middendorff, dessen ausgezeichneten Forschungen in Sibirien wir auch über das Klima an der Baumgrenze die wichtigsten Aufschlüsse verdanken, hat die Einwürfe vollständig zusammengestellt, welche man gegen die Benutzung der meteorologischen Beobachtungen zur Ermittelung der physischen Bedingungen des Baumlebens aus diesen und ähnlichen Verhältnissen ableiten kann, aber diese Einwürfe treffen den Hauptsatz nicht [11]), dass der Umfang der zu leistenden organischen Bildungen mit dem dazu erforderlichen Zeitmaass in Beziehung steht, und dass dieses bei den hochstämmigen Holzgewächsen nicht erheblich unter drei Monate sinken darf.

Eine zweite klimatische Bedingung des Baumlebens besteht darin, dass dasselbe einer höheren Sommerwärme bedarf als die arktische und alpine Flora. Es ist ein Erfahrungssatz, dass die Bäume des Nordens sich im Frühlinge erst belauben, wenn die Wärme sich zu einer Höhe erhebt, die in den arktischen Tundren nicht erreicht wird. Auf dem Bernhardhospiz (7670 Fuss) steigt die Mittelwärme nicht eines Monats bis zu 6° R., und hier ist daher kein Baumleben mehr möglich. Aber es ist einleuchtend, dass zwischen diesen hochalpinen Höhen und der Baumgrenze selbst eine Region liegt, wo die Belaubung noch stattfinden, aber das Holz der Bäume sich nicht mehr ausbilden könnte. So wirken Maass und Dauer der Sommerwärme zusammen, um dem Baumleben eine unveränderliche Polar- und Höhengrenze zu setzen.

Von diesen äussersten Waldstrecken bis zu den südwestlichen Küstenlandschaften am biscayischen Meerbusen ist dem allmäligen Wechsel der Temperatur der weiteste Spielraum gegeben, und doch begleitet uns die Kiefer (*Pinus sylvestris*) von den Pyrenäen bis zum Amur. In weit höherem Grade als die Wärme ändert sich innerhalb dieses Gebiets unter dem Einfluss des See- und Kontinentalklimas die Dauer der Vegetationszeit. Rechnen wir hiezu als Durchschnittswerth denjenigen Abschnitt der Jahreskurve, während dessen die Temperatur sich über 8° R. erhält, so beschränkt sie sich in dem kontinentalsten aller Kimate, zu Jakutsk an der Lena, wie an der

Polargrenze der lappländischen Wälder auf drei und dehnt sich im Seeklima von Bordeaux über acht Monate aus [12]). Dies ist das äusserste Maass des Wechsels der Entwickelungsperiode, dem sich ein Baum wie die Kiefer anzubequemen hat. Und dennoch liegt einer so grossen Ungleichheit der Lebensbedingungen, wie ich schon vor dreissig Jahren gezeigt habe [13]), ein gemeinsames klimatisches Moment zu Grunde, eine nahezu gleiche Mitteltemperatur der Vegetationszeit (die Phytoisotherme). Die Mittelwärme der drei Sommermonate von Jakutsk (13°,2) ist fast dieselbe wie die der acht Monate der Entwickelungsperiode zu Bordeaux (13°,9). So sehr wird das Wärmemaass des See- und Kontinentalklimas, welches den Gewächsen während ihrer Vegetationszeit zu Gebote steht, durch die ungleiche Dauer ihrer Entwickelung ausgeglichen. Seit ich diese Thatsache nachwies, deren Begründung und Beurtheilung nach den gegenwärtig vorliegenden Messungen freilich mancher Berichtigung bedürfen würde, hat sich dennoch in dem Umfange des Waldgebiets nur eine einzige wesentliche Beschränkung ihrer Allgemeingültigkeit ergeben. Diese besteht darin, dass an den Polargrenzen des Baumwuchses jene Mittelwärme nicht erreicht wird. Die Vegetationszeit von Alten in Lappland dauert zwar ebenso lange wie an der Lena, aber die Mittelwärme dieser Periode ist fast um vier Grade geringer (9°,5 R.). Aus dieser Abweichung, die doch dem Spielraum der Isothermen und anderer Wärmewerthe gegenüber nicht beträchtlich erscheint, darf man zu schliessen geneigt sein, dass es die in der arktischen Zone vergrösserte Tageslänge ist, welche hier während des Sommers eine noch stärkere Beschleunigung der Bildungsprocesse veranlasst als in dem Kontinentalklima von Jakutsk, das acht Breitegrade südlicher liegt, und wo die Sommertage daher schon bedeutend kürzer sind. Liesse sich diese Auffassung, auf welche wir später zurückkommen, schon jetzt durch vergleichende Beobachtungen über den täglichen Gang des Wachsthums fester begründen, so wäre das wichtigste Verhältniss zwischen der Wärme und der Vegetation doch noch im ganzen Gebiete der europäisch-sibirischen Flora übereinstimmend, dasselbe Durchschnittsmaass der Temperatur während einer Entwickelungsperiode von ungleicher Dauer. Aber nur gewissen Pflanzen könnte diese Bedingung genügen, die eine Fähigkeit voraussetzt, von den Schwankungen der Wärme sowohl als von der Dauer ihrer Einwirkung in so hohem Grade unabhängig zu sein. Zahlreiche Vegetationslinien sind daher

der Ausdruck der engeren Lebensbedingungen, an welche die meisten, einheimischen Gewächse gebunden sind.

Wenden wir uns von den allgemeinen Temperaturbedingungen des Waldgebiets zu dem Wasserbedürfniss der Bäume, so wird dieses dadurch erfüllt, dass während der ganzen Vegetationsperiode der Erdboden von genügender Feuchtigkeit ununterbrochen getränkt ist. So lange das Wachsthum der Pflanzen fortdauert, muss eine stetige Saftströmung von den Wurzeln bis zu den Blättern stattfinden, die das Wasser durch Verdunstung wieder entfernen, sofern es nicht selbst zur Ernährung dient. Dieser Wasserstrom ist nothwendig, um die Nährstoffe des Erdbodens dem Laube zuzuführen, wo sie mit der atmosphärischen Kohlensäure in chemische Wechselwirkung treten, wo das Unorganische, um im lebendigen Gewebe verwendet zu werden, sich zu organischen, bildungsfähigen Verbindungen umgestaltet. Das Maass des hiezu erforderlichen Wassers ist von der Grösse des Gewächses abhängig, nach dem Durchschnittswerthe von Hales beträgt es in 24 Stunden so viel wie das halbe Gewicht der ganzen Pflanze, und die Bäume haben daher als hydraulische Maschinen eine erstaunliche, kleinere Organismen weit übertreffende Leistungsfähigkeit. Da im Verhältniss zu diesen Massen nur verschwindend wenig zur Ernährung verwendet wird, so steht die Aufsaugung des Wassers durch die Wurzeln mit der Abgabe aus den Blättern an die Atmosphäre im Gleichgewicht. Jeder Stillstand dieses Wasserstroms ist ein Stillstand auch des Wachsthums. Die Stetigkeit des Zuflusses beruht auf der Feuchtigkeit des Erdbodens, diese auf der Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge, die ihn tränken, auf der grossen Circulation des Wassers durch die Luft. Das Waldgebiet nun wird dadurch von den südwärts angrenzenden Steppen, so wie von den Ländern am Mittelmeer klimatisch abgesondert, dass diese Circulation ununterbrochen fortdauert, dass keine regenlose Perioden sich einschalten, die einen Stillstand in der Entwickelung der Pflanzen bewirken müssten. Von einem Niederschlage bis zum folgenden bewahrt bei normalen Witterungsverhältnissen der Boden Feuchtigkeit genug, um den Ansprüchen der Vegetation zu genügen. Dies ist die Folge des stets abwechselnden Kampfs zwischen heiteren und Wolken spendenden Luftströmungen, der die Zone der nördlichen Wälder auszeichnet und dieser mit dem arktischen Gebiete gemeinsam ist. Gerade im Sommer fällt hier der meiste Regen und begleitet die höchste Entfaltung des Pflanzen-

lebens. Die Vegetationszeit ist hier nur durch die sinkende Temperatur, nirgends durch Mangel an Feuchtigkeit eingeschränkt.

Dass die Bäume einer grösseren Masse atmosphärischen Wassers bedürfen als die kleineren Gewächse, ist ein Verhältniss, welches die geographische Vertheilung des Regens nur scheinbar berührt, da nirgends in dem Gebiete die Trockenheit so gross ist, um das Gedeihen des Waldes zu beschränken. Auch zeigen sich die regenreichsten Landschaften an den Küsten und in den Gebirgen nicht bevorzugt. Wenn die Ebenen des westlichen Europa gegenwärtig weniger Wald besitzen als die Gebirgszüge, so liegt die Ursache augenscheinlich nur darin, dass der Ackerbau, als er anfing in den ursprünglichen Naturzustand einzugreifen, in den Tiefländern günstigere Bedingungen vorfand als auf den geneigten und mit weniger Erdkrume bedeckten Berggehängen. Wenn gerade die feuchten Küsten oft am wenigsten bewaldet sind, so fehlt es hier den Bäumen, so lange ihre Stämme noch schwach sind, an hinlänglichem Schutz gegen stürmische Seewinde. Ihre Vegetation war ursprünglich fast überall gleichmässig gesichert, weil diejenige Feuchtigkeit, die durch ihr Gewebe strömt, doch nur einen verhältnissmässig kleinen Theil von den Wassermassen bildet, welche die Verdunstung des Meers den Kontinenten zuführt, und wovon das Uebrige auf unorganischen Bahnen wieder dahin zurückkehrt.

Eine viel wichtigere, vielfach angeregte und in verschiedenem Sinne beantwortete Frage ist es, welche Wirkung die Wälder auf das Klima ausüben, und ob die Kultur, indem sie dieselben lichtete und auf dem einst vom Dickicht der Bäume beschatteten Boden sonnige Ackerfelder ausbreitete, dadurch wesentliche Aenderungen in den physischen Lebensbedingungen der organischen Natur herbeiführte. Die Ueberlieferungen der Geschichte weisen darauf hin, die Beobachtungen über die nachtheiligen Wirkungen, welche die Zerstörung der Wälder nach sich zieht, lassen keinem Zweifel Raum, nur über die Art und den Umfang der klimatischen Einflüsse, die dem Baumleben im Haushalte der Natur zugetheilt sind, herrschen widersprechende Ansichten. Hiebei sind die verschiedenen Fragen zu unterscheiden, ob nur die Feuchtigkeit oder auch die Wärme des Klimas mit der Bewaldung sich ändert, sodann, ob die atmosphärischen Niederschläge an Masse zunehmen oder nur der Zeit nach sich anders vertheilen. Allgemein anerkannt ist der Einfluss der Wälder auf die gleichmässigere Benetzung des Bodens im Verlaufe der Jah-

reszeiten. Diese Wirkung lässt sich unmittelbar am leichtesten beobachten, weil der Wasserstand der Flüsse, die aus waldigen Gegenden kommen, sich weniger ändert als in offenen Landschaften. Der humose, von den Wurzeln der Bäume durchflochtene Erdboden hält die Feuchtigkeit der Niederschläge zurück, die sonst rascher zu den Quellen abfliesst [14]). Auch die Niederschläge selbst treten häufiger ein, weil jedes Blatt eine verdunstende Scheibe ist, die Laubmasse eines Waldes eine Wasserdampf liefernde Oberfläche von beispiellosem Umfange bildet und die Verdunstungskälte sich den benachbarten Luftschichten mittheilt, in denen der Dampf sich wiederum zu Nebel und Wolken verdichten kann. Die Wolkenbildungen des Sommers kann man als ein topographisches Spiegelbild der Landschaft betrachten, wo die Zwischenräume des blauen Himmels den offenen und stärker erhitzten Gliederungen der Erdoberfläche entsprechen, aus denen die warmen Luftströme aufsteigen, welche die Nebelbläschen wieder auflösen. Wäre das Ganze nicht in Bewegung, so würde es im Walde noch häufiger regnen, aber der Wechsel der waldigen und waldlosen Strecken ist die günstigste Bedingung für örtlich begrenzte Niederschläge, die auch dann eintreten, wenn die allgemeine Windesrichtung Trockenheit ankündigt. Die häufige Benetzung des Bodens ist im Grunde nur eine Folge von der mannigfaltigen Gliederung der Erdoberfläche nach verschiedenen Graden der Erwärmungsfähigkeit. Wäre Europa noch durchaus mit Wäldern bedeckt, so würde dieser Einfluss aufhören, und doch nehmen Naturforscher, wie Dove, an, dass derselbe der einzige sei, den die Bekleidung des Bodens mit Bäumen auf das Klima ausübe. Dieser grosse Kenner der atmosphärischen Bewegungen spricht die Ansicht aus, dass die Wälder auf die Menge des Regens nicht wesentlich einwirken, sondern nur auf die Zeit, in der die Niederschläge herabfallen [15]). Er führt als Grund seiner Meinung an, dass die Regenmenge im Grossen von der unsymmetrischen Vertheilung des Meers und des Festlands abhänge, dass das Wasser selten da herabfällt, wo es verdunstet, und dass das Meerwasser die allgemeine Quelle ist, aus welcher die Kontinente ihre Feuchtigkeit beziehen. Die Sonnenwärme ist es, die den Dampf aus dem Meere emporhebt, und wie in einem Destillirkolben verdichtet sich derselbe da, wo er mit kälteren Körpern in Berührung tritt. Jede Verdichtung, jede Bildung von Nebelbläschen und Tropfen, schafft wieder Raum für neuen Wasserdampf, und daher sind die Gebirge, die kältesten

Theile des Festlands, die Zielpunkte, zu denen der Wasserdampf des Meers am entschiedensten hinstrebt, wo die Atmosphäre durch Niederschläge am stärksten ausgetrocknet wird. Je mehr Wasserdampf verloren geht, desto mehr strömt auch wieder aus den seitlich gelegenen Luftschichten herbei, und desto stärker wird die Verdunstung, die ihn in der Ferne immer wieder aufs Neue erzeugt. Aber wirken nicht auch die Wälder in einem ähnlichen Sinne auf die Bewegungen des Wasserdampfs wie die Gebirge, wenn auch in niederem Grade? sind sie nicht auch kälter als die offenen Landschaften des Festlands? Lässt sich dies nachweisen, so muss auch in den Waldgebieten der Erde die Regenmenge unter übrigens gleichen Bedingungen grösser sein. Wenn die Beobachtungen in den verhältnissmässig trockenen Ebenen Sibiriens gegen diese Folgerung zu sprechen scheinen, so ist zu berücksichtigen, dass entgegengesetzte Einflüsse diese Wirkungen aufheben können, dass durch die Entfernung des Meers oder durch vorliegende Gebirgszüge den Wäldern der Wasserdampf entzogen werden kann. Es lassen sich drei physiologische Verhältnisse anführen, von denen die Temperatur des Waldes abhängt, und die, in gleichem Sinne zusammenwirkend, während der Vegetationsperiode eine örtliche Abkühlung und damit eine Vermehrung der Niederschläge herbeiführen. Zuerst die Beschattung durch die Laubkronen, welche die Sonnenstrahlen von den erwärmungsfähigsten Körpern, von den unorganischen Erdkrumen abhalten, sodann der Wasservorrath sowohl in den festen Geweben, worin derselbe einen bedeutenden Theil von dem Gesammtgewicht des in der Fülle der Vegetation stehenden Baums ausmacht, als auch im Boden, der die Feuchtigkeit zurückhält, endlich die Verdunstung der Blätter, wodurch die Wärme der Umgebungen gemindert wird: alles dies sind stetig wirksame Quellen der Abkühlung. Ihre Wirkungen zeigen sich in den Messungen der Temperatur theils des Holzgewebes der Bäume im Sommer, theils des beschatteten Bodens im Gegensatz zu der Erdwärme offener Landschaften. Im Winter treten freilich entgegengesetzte Bedingungen ein, dann überwiegt die Strahlung aus dem unbewaldeten Erdboden und bringt hier grössere Kälte hervor, während zugleich die Verdunstung mit dem Laubabfall aufhört. Aber was im Sommer für die Beschleunigung der Wassercirculation durch die Atmosphäre von den Wäldern geleistet wurde, ist als ein positiver Werth in der Regenmenge des ganzen Jahres enthalten. In den Gebirgen mag die

Verminderung der Niederschläge, wenn sie entwaldet wurden, nicht immer nachzuweisen sein, weil die Wirkung der Bäume viel geringer ist als die des kalten Bodens selbst, aber in den Tiefländern der tropischen Zone, in Indien, in Brasilien, hat man stets den Waldverwüstungen eine Schwächung der Regenzeit folgen sehen. Ich glaube daher gegen die vorhin angeführte Ansicht den Satz aussprechen zu dürfen, dass die Lichtung der Wälder in Europa die Niederschläge verringert und das Wärmeklima kontinentaler gemacht hat. Dieses Ergebniss aber ist nicht bloss wichtig, um im Interesse des Ackerbaus die Schonung der Wälder zu empfehlen, sondern wird auch weiterhin eine Anwendung auf die Frage finden, ob in historischer Zeit die Verbreitungsgrenzen der Organismen sich geändert haben.

Nachdem nun in der gleichmässigen Mittelwärme der Vegetationszeit und in der dauernden Benetzung des Bodens durch Niederschläge die gemeinsamen, klimatischen Bedingungen des Waldgebiets der östlichen Hemisphäre dargelegt sind, kehren wir zu der Aufgabe zurück, eine geographische Gliederung desselben nach bestimmten Vegetationslinien zu versuchen. Der Begriff des See- und Kontinentalklimas, der hier zu Grunde gelegt werden soll, erfordert eine nähere Auseinandersetzung, indem diese Gegensätze nicht überall rein hervortreten. Die verschiedene Erwärmungsfähigkeit des Meers und des Festlands durch die Sonne bewirkt, dass die Temperaturkurve um so stärker gekrümmt ist, je weiter ein Ort von der Küste entfernt liegt, weil dem Wasser eine gleichmässigere Temperatur eigen ist, der feste Boden hingegen im Sommer höher erwärmt, im Winter durch Strahlung stärker abgekühlt wird. Dies ist der allgemeine Ausdruck des reinen See- und Kontinentalklimas, und die Vegetation findet daher im Inneren des Festlands heissere Sommer und kältere Winter, an den Küsten geniesst sie des Vortheils einer längeren Entwickelungszeit. Allein durch die Untersuchungen Dove's über die Temperaturkurven [16]) hat sich herausgestellt, dass an den Ostküsten beider Hemisphären das Seeklima in höheren Breiten nicht vollständig ausgeprägt ist, sondern die Temperaturkurve ein gemischtes Verhältniss dieser Gegensätze darstellt und den kühlen Sommer des Meers mit dem kalten Winter des Binnenlandes verbindet. Es muss daher in der gemässigten Zone das reine See- und Kontinentalklima von den gemischten Klimaten unterschieden werden. Die grössere Wärme der europäischen Westküste beruht theils

auf der tropischen Meeresströmung, welche sie bespült, theils darauf, dass die Winde in ungleichem Sinne wirken, je nachdem sie See- oder Landwinde sind. Wenn die östlichen Polarwinde über das Festland wehen, reinigen sie die Atmosphäre von Wolken und erzeugen, indem sie den Sonnenstrahlen ihre volle Wirkung lassen, im Sommer die höchsten Temperaturen. Sie verhalten sich im Winter zwar entgegengesetzt, dann hat die Strahlung aus dem Boden, welche die niedrigsten Temperaturen hervorruft, freien Spielraum, aber die Sommerwärme des Kontinentalklimas nimmt nicht in gleichem Grade zu wie die Winterkälte. Die Landwinde bringen daher an eine Westküste weniger Sommerwärme, als sie einer Ostküste Winterkälte zuführen. Ueber das Meer kommend, sind die Luftströmungen in jeder Jahreszeit von den mittleren Wärmegraden desselben begleitet. Mit den Westwinden entsteht in Europa ein bewölkter Wasserhimmel, nach Ostsibirien verbreiten dieselben die strengste Winterkälte, weil sie aus den kältesten Gegenden des Kontinentalklimas entspringen. Die Küsten haben also, auch abgesehen von der Vertheilung der beiden allgemeinen Luftströmungen nach den Jahreszeiten, je nach ihrer Lage ihre besonderen Temperaturquellen, die, entgegengesetzt wirkend, in Europa das reine Seeklima ausbilden, während an den Ostküsten Sibiriens der Winter kontinental ist und der Sommer wenig erwärmt wird. Dort überwiegen die Wirkungen des heiteren und umwölkten Himmels auf die Temperatur, hier die Einflüsse, welche auf der Herkunft des Windes beruhen, weil das Centrum des kontinentalen Klimas viel näher liegt.

Dies ist nämlich das zweite Moment, welches die normale Anordnung der See- und Kontinentalklimate verändert. Nicht mit dem Abstande vom Meere allein vermindert sich dessen Einfluss, sondern die äussersten Gegensätze der Sommer- und Wintertemperatur treten in Sibirien erst an der Lena hervor. Jakutsk ist der Winterkältepol der östlichen Hemisphäre. Hier ist der Boden nach Middendorff über 600 Fuss tief gefroren, aber da die oberflächlichen Schichten im Sommer hinreichend aufthauen, äussert das unterirdische Eis auf das Wachsthum der Waldbäume keinen Einfluss und auch der Ackerbau ist diesen kalten Gegenden an der Lena nicht fremd. Diese Verrückung und höchste Steigerung des kontinentalen Klimas von den mittleren Meridianen bis zu dem fernen Osten ist eine Folge von der Gestaltung des nördlichen Asiens, sowie von der grossen Küstenentwickelung Europas. Dove hat nachgewiesen, dass das at-

lantische Meer durch ganz Europa bis an den Ural seinen mildernden Einfluss äussert. In Sibirien hingegen vermag das stille Meer die nach Osten wachsenden Gegensätze des Sommers und Winters wenig aufzuhalten und mässigt sie in bedeutenderem Grade erst auf der Halbinsel von Kamtschatka. Eine Gebirgskette, die den Meerbusen von Ochotsk weit über die Amurmündung hinaus umsäumt, hindert die Feuchtigkeit des Seewinds in das Binnenland einzudringen und die Sommerwärme der Küste selbst wird durch treibende Eismassen vermindert. Aber wenn diese Verhältnisse den Einfluss des Meers auf einen engen Raum einschränken, so ist im Inneren von Sibirien die östliche Verschiebung der kontinentalen Jahreszeiten von den Hochländern Centralasiens und der Wüste Gobi abzuleiten. Das kontinentale Klima wird nicht bloss durch den unmittelbaren Einfluss des Meers, sondern auch durch die äquatorialen Luftströmungen gemässigt, welche in ihren von Südwest nach Nordost gerichteten Bahnen die Wärme niederer Breiten dem Norden zuführen. In dieser Richtung nun liegen dem grössten Theile Sibiriens die höchsten Gebirgsketten der Erde und die sie verbindenden oder sich ihnen anschliessenden Hochflächen gegenüber, so dass alle Wärme des Südens der Atmosphäre entzogen ist, ehe die Südwestwinde das sibirische Tiefland erreicht haben. Man erkennt aus der Lage von Jakutsk an der Lena, dass eine Linie, von hier aus nach Südwesten bis Indien gezogen, gerade dem grössten Durchmesser der Hochlande entspricht, wo die Trockenheit der Luft und die Erhebung des Bodens vom östlichen Altai bis zum Himalaja die das Klima mässigenden Einflüsse des tropischen Asiens am vollständigsten ausschliesst. Auf der anderen Seite weist der Ursprung nordöstlicher Luftströmungen an der Lena auf das erst kürzlich entdeckte Festland, welches Ostsibirien im Eismeere gegenüberliegt, und vielleicht haben hier auch die Polarwinde weniger Feuchtigkeit als weiter westwärts. Der heitere Himmel, der die meisten Luftströmungen begleitet, gestattet den Wäldern und selbst dem Ackerbau über dem tief gefrorenen Erdboden sich zu entwickeln, aber im Winter hemmt er den Schneefall und unter dem Einfluss der nächtlichen Ausstrahlung gefriert Wochen lang das Quecksilber.

Unter allen die Physiognomie der Landschaft bestimmenden Waldbäumen ist die Buche der vollkommenste Ausdruck für den klimatischen Einfluss des Seeklimas in Europa. Die nordöstliche Vegetationslinie der Buche beginnt im südlichsten Theile Norwegens

[zwischen Holmestrand und Frederiksvärn, 59° N. B.] [17]), berührt die schwedische Westküste von Gothenburg, geht an der Ostküste nur bis Kalmar [57°] [18]) und durchschneidet fast geradlinig den Kontinent vom frischen Haff bei Königsberg aus über Polen bis Podolien [19]) und bis sie jenseits der Steppen in der Krim und am Kaukasus sich wieder fortsetzt. Im europäischen Russland finden sich daher die Buchenwälder nur in einigen westlichen Grenzprovinzen. In nordöstlicher Richtung erhöht sich die Winterkälte sowohl als auch die Vegetationszeit verkürzt wird. Die Frage, welcher dieser beiden klimatischen Werthe es sei, wodurch die Buche von Osteuropa ausgeschlossen wird, löst sich dadurch, dass die Winterkälte in Gothenburg, wo sie noch gedeiht, strenger ist [17]) als an der Westküste von Norwegen und im Norden von Edinburg, wo sie nicht mehr vorkommt. Eine Verkürzung der Vegetationsperiode auf einen Zeitraum von weniger als fünf Monaten aber erträgt die Buche nicht. Sie belaubt sich in Kopenhagen, nicht fern von ihrer Polargrenze, zu Anfang Mai [20]), und zu dieser Zeit hebt sich dort die tägliche Wärme auf 8° R. Nehmen wir an, dass die Buche ihre Blätter daselbst wieder verliert, wenn die Temperatur unter diesen Werth gesunken ist, so erhalten wir eine Vegetationszeit von fünf Monaten, vom Mai bis zum September, und in der That dauert dieselbe noch etwas länger, indem die Entlaubung erst etwa bei 6° eintritt. Jenseits der Verbreitungsgrenze ist die Zeit, in welcher das Thermometer sich über 8° hält, zu Christiania und Petersburg einen halben, zu Stockholm einen ganzen Monat kürzer. Die Buche gehört zu den Bäumen, welche ihre Entwickelungsperiode über jenes Maass hinaus weder verkürzen noch bedeutend verlängern können. Gerade da, wo ihre Vegetationslinie den europäischen Kontinent schneidet, erreicht das Waldgebiet, von Nordwesten nach Südosten gemessen, einen weit grösseren Durchmesser von Meer zu Meer als in Deutschland und Frankreich, und somit liegt hier die Grenze des höher entwickelten Seeklimas, welches der Buche die nöthige Zeit zur Entwickelung einräumt. Deshalb eignet sich die östliche Buchengrenze vor allen anderen Vegetationslinien dazu, die beiden Hauptabschnitte der europäischen und der russisch-sibirischen Waldflora naturgemäss zu scheiden. Die erstere hat eine Vegetationszeit von fünf bis acht, die letztere von drei bis fünf Monaten.

In einer gewissen Harmonie, und auf ähnliche klimatische Werthe gegründet, verlaufen die Polargrenzen der Eiche von Skandinavien

nach Russland und verschiedener Nadelhölzer, welche die Birke begleiten, die letzteren von der lappländischen Baumgrenze durch das nördliche Russland und Sibirien, bis zuletzt am Amur wieder andere laubtragende Bäume auftreten. Nach den hiedurch bezeichneten Verschiedenheiten des Waldcharakters lassen sich vier engere geographische Abschnitte in dem Gebiete der russisch-sibirischen Flora unterscheiden, die Laubwälder des mittleren Russlands diesseits des Ural, die Nadelwälder, die den Norden und einen grossen Theil Sibiriens bedecken, und die gemischten Bestände am Amur und in Kamtschatka, die wiederum unter sich abweichen. Weit schwieriger ist es, eine natürliche Gliederung der westeuropäischen Flora zu begründen, wo die Vegetationslinien sich viel mannigfaltiger durchkreuzen. Es erscheint daher passend, bei dieser Erörterung von den einfacheren und ursprünglicheren Verhältnissen der russischen Flora auszugehen.

Die Eiche (*Quercus pedunculata*) bildet im russischen Tieflande einen breiten Waldgürtel zwischen dem finnischen Meerbusen und der Steppengrenze, sie geht also ostwärts weit über die Buchenwälder hinaus, jedoch nur bis zum Ural, dessen Kamm ihrer Einwanderung nach Sibirien ein Ziel setzt. Die Polargrenze ist in Schweden ziemlich unregelmässig, weicht jedoch in ihrem Gesammtverlauf vom atlantischen Meere bis zum Ural nur wenig von den isothermen Linien (2—3° R.) ab und ist schon aus diesem Grunde auf klimatische Bedingungen zu beziehen. Von der norwegischen Küste [63°] [21]) senkt sie sich allmälig über Petersburg zur Breite von Perm [schwedische Ostküste 61° [22]), Petersburg 60° [23]), Ural 58°] [24]). Diese Vegetationslinie ist dadurch merkwürdig, dass mit ihr fast überall auch die Polargrenze der Weizenkultur [25]) zusammenfällt. Die Eiche ist der charakteristische Baum in den Laubwäldern des mittleren Russlands, und ihr Gebiet jenseits der Buchengrenze keilt sich westwärts in Skandinavien zu einem ungleichmässig verschmälerten Gürtel aus. Es ist also einleuchtend, dass die klimatischen Momente, welche hier zu Grunde liegen, in einem anderen Verhältniss stehen als diejenigen, welche die Buchengrenze bestimmen. Wenn dabei die Verkürzung der Vegetationszeit mitwirkt, so überwiegt doch der den Breitengraden entsprechende Einfluss der solaren Wärme. Kann aber überhaupt von einer gegen die Buche verkürzten Vegetationszeit die Rede sein, da die Eiche in Brüssel sechs, und in Petersburg sogar noch fünf Monate belaubt ist? [26]) Die Beobachtungen über die

Entwickelungsperiode der Eiche zeigen, dass dieser Baum sich in doppelter Beziehung anders verhält wie die Buche. Um sich zu belauben, fordert er eine etwas höhere Temperatur (9—10° R., in Brüssel nur 8°,25), im Herbste dagegen verliert er die Blätter erst, wenn die tägliche Wärme tiefer gesunken ist als zu Anfang der Vegetationsperiode. Im westlichen Europa ist dieser Unterschied schon bemerklich, aber derselbe steigert sich an der Polargrenze sehr bedeutend: denn in Brüssel entlaubt sich die Eiche bei 6°, in Petersburg erst, wenn das Thermometer bereits unter 2° gesunken ist[26]). Hiedurch wird es diesem Baume möglich, so viel weiter als die Buche in das Klima Russlands einzudringen, obgleich die Vegetationszeit fast dieselbe ist. Die Eiche fordert ein bestimmtes Maass solarer Wärme, aber während der letzten Zeiträume, in denen das Laub noch thätig ist, kann sie sich mit dem begnügen, was die in östlicher Richtung rascher sinkende Temperaturkurve ihr übrig lässt.

Auf die Eichenwälder folgt im Norden und Osten der Gürtel der Nadelhölzer, welcher im europäischen Russland den übrigen Raum bis zur Baumgrenze ausfüllt und jenseits des Ural durch ganz Sibirien an den Amur und zur Küste des Meers von Ochotsk reicht. Da sich eine ähnliche, der Temperatur entsprechende Anordnung in den Hochgebirgen wiederholt, wo die Coniferen die oberen, die Laubwälder die tieferen Waldregionen bilden, so kann die klimatische Bedeutung in jenem Verhältniss nicht verkannt werden. Aber die immergrünen Nadelhölzer eignen sich nicht zu Beobachtungen über die Dauer der Vegetationsperiode. Wiewohl auch sie ihre Nadeln im Frühlinge erneuern, so fehlt doch ein Zeitmaass, den Abschluss ihrer Entwickelung im Herbste zu bestimmen, und ihre grünen Organe sind bereits in Thätigkeit, bevor sie anfangen, durch neue Bildungen ersetzt zu werden. So können wir auf die klimatischen Bedingungen der immergrünen Coniferen nur aus den sie begleitenden Gewächsen schliessen, denen eine strengere Periodicität zukommt, und hiezu bieten sich unter den Bäumen des nordöstlichen Waldgürtels die Birke und die Lärche dar. Die Polargrenze der Birke (*Betula alba*) ist mit der der immergrünen Nadelhölzer nahe übereinstimmend, die der Lärche geht in Sibirien darüber hinaus. Von anderen Laubhölzern unterscheidet sich die Birke dadurch, dass sie eines geringeren Maasses von solarer Wärme bedarf, um ihr Wachsthum zu beginnen; sie belaubt sich schon, wenn die tägliche Wärme

über 6° R. steigt und verliert ihre Blätter, wenn im Herbste dieser Werth nicht mehr erreicht wird [27]). Sie verhält sich also ganz anders wie die Buche und die Eiche, und dadurch ist sie fähig, bis zu den baumlosen Polarländern vorzudringen. In Westeuropa dehnt sich ihre Vegetationszeit über ein halbes Jahr aus, in Petersburg beträgt sie noch fünf, in Lappland muss sie sich auf drei Monate beschränken. Denn hier findet sich die Birke bis zur Baumgrenze, die sie in Sibirien nicht erreicht [Norwegen 71°, Samojedenland 66°, Jenisei 69°] [28]). Der klimatische Grenzwerth ihres Wohngebiets ist also dadurch bezeichnet, dass sie bis zum äussersten Maass, welches das Leben der Bäume ertragen kann, ihre Entwickelungsperiode zu verkürzen vermag. Da aber diese Verkürzung theils auf der Abnahme der solaren Wärme mit der Polhöhe, theils auf den Wechselwirkungen von Meer und Festland beruht, so erklären sich aus diesen Momenten die Unregelmässigkeiten im Verlauf der Polargrenze, die sich bei den immergrünen Nadelhölzern wiederholen. In Skandinavien reicht dieselbe unter dem Einfluss des Golfstroms am weitesten nach Norden, senkt sich von hier aus gegen das Samojedenland, begleitet die nordrussischen Nadelwälder nur spärlich und folgt sodann ostwärts in ziemlich gleichen Abständen der gewundenen Küstenlinie Sibiriens, bis sie, zurückgedrängt durch das excessive Klima an der Lena, zu niedrigeren Breiten übergeht [29]). Bei der Lärche ist die Verkürzungsfähigkeit der Entwickelungsperiode noch grösser als bei der Birke. Während sie in Westeuropa über 7 Monate lang ihre Nadeln trägt [30]), bildet sie in Sibirien die Baumgrenze [31]). Aber nicht hierauf beruht es, dass sie daselbst über die immergrünen Nadelhölzer und über die Birkengrenze hinausgeht, sondern auf einer anderen Eigenthümlichkeit. Sie hat nämlich vor der Birke dadurch einen Vorzug, dass sie noch grün bleibt, wenn die Temperatur schon weit tiefer gesunken ist als zur Zeit ihres Ausschlagens. Bei Petersburg verliert sie ihre Nadeln erst, wenn die tägliche Temperatur unter den Gefrierpunkt fällt, in Westeuropa ist der Unterschied geringer. Sie findet also eine Entwickelungszeit von drei Monaten bei einer Temperaturkurve, wo der Birke kein solcher Abschnitt von genügender Wärme mehr zu Gebote steht. Indem daher die Lärche in ihrer klimatischen Sphäre die Eigenschaften der Birke und Eiche vereinigt und noch weniger als diese beiden Bäume gegen Aenderungen der Entwickelungsperiode und gegen die Kälte am Schluss derselben empfindlich ist, reicht ihr Wohngebiet über alle anderen

Bäume in dem kontinentalen Klima Sibiriens hinaus. Zwar pflegt man die sibirischen Lärchen [31]) als besondere Arten von derjenigen, welche Europa bewohnt, zu trennen, aber da die Unterschiede geringfügig und veränderlich sind, erscheint es naturgemäss, sie nur als klimatische Varietäten aufzufassen. Ueberhaupt ist unter den sibirischen Coniferen nur die Pichta-Tanne (*Pinus Pichta*) mit Sicherheit als eigenthümliche Art zu betrachten. Sie geht nicht so weit nach Norden als die übrigen Nadelhölzer [Samojedenland 64°, Ural 62°, Jenisei 67°, Lena 60°] [32]), ihre klimatische Sphäre ist aber doch von der der verwandten Edeltanne (*P. Picea*) höchst abweichend. Von den übrigen immergrünen Coniferen Sibiriens sind zwei mit denen Europas und der Alpen identisch (*P. sylvestris* und *Cembra*), die dritte [*P. obovata*] [33]) ist wahrscheinlich auch nur eine klimatische Varieät von der Fichte oder Rothtanne (*P. Abies*), mit der sie sich im Norden des europäischen Russlands berührt. Dass dieser geographische Zusammenhang bei den Lärchen und Cembra-Kiefern nicht besteht, sondern die nordöstlichen Wohngebiete von denen der Alpen durch weite Zwischenräume getrennt sind, wo diese Bäume nicht gedeihen, ist kein Grund, in dem einen Fall eine Verschiedenheit der Art, in dem andern eine Abstammung von gesonderten Vegetationscentren anzunehmen. Es ist vielmehr ein ähnliches Verhältniss wie die Verknüpfung der Alpenflora mit Lappland durch identische Arten, eine Verbindung, die aus Wanderungen und klimatischen Aenderungen zu erklären später versucht werden wird. Ist es ein bestimmtes Maass des solaren Klimas, wodurch eine Pflanze an höhere Gebirgsregionen gebannt wird, so kann sie unter demselben Meridian im Norden wiederkehren, liegt dagegen nur die verkürzte Vegetationszeit zu Grunde, so wiederholen sich ihre Lebensbedingungen in nordöstlicher Richtung und sind in den dazwischen liegenden Gegenden nicht vorhanden. Mag man nun aber die sibirischen Rothtannen und Lärchen als besondere Arten oder nur als Varietäten auffassen, in beiden Fällen ist ihr Wohngebiet der reinste Ausdruck des Kontinentalklimas, dessen Uebergang in das europäische Seeklima nach Dove durch die Kette des Ural bezeichnet wird. Ihre südwestliche Vegetationslinie hat man die Grenze der sibirischen Nadelhölzer genannt, sie geht, mit der der Pichta-Tanne und der Cembra-Kiefer nahe übereinstimmend, vom weissen Meere aus zum mittleren Ural [34]) und umfasst also ausserhalb Sibiriens nur die nordöstlichen Wälder des europäischen Russlands.

Die Flora der nördlichen Mandschurei oder des Amurlandes mit ihrem Wechsel von Laub- und Nadelhölzern ist durch Gebirgsketten von Sibirien abgesondert, deren Hauptaxe von Südwesten nach Nordosten streicht. Dieses Gebiet, wo das Klima noch den kontinentalen Charakter Sibiriens vollständig bewahrt, ist zwischen der Chingan-Stanowoikette und den Küstengebirgen eingeschlossen. Hier bedecken Laubwälder, von üppigen Grasfluren unterbrochen oder gelichtet, das Tiefland, die Baumarten sind eigenthümliche, aber gehören grösstentheils zu europäischen Gattungen, die sibirischen Nadelhölzer fehlen zwar nicht, bewohnen aber das Gebirge. Gerade da, wo der Amur, zwischen dem chinesischen Chingan, dem östlichen Randgebirge der hohen Gobi, und dem sibirischen Stanowoi durchbrechend, in dieses Florengebiet eintritt (bei Albasin 53° N.B.) findet sich die nordwestliche Vegetationslinie einer Eiche (*Quercus mongolica*), einer Art, die, zwar »von magerem, kümmerlichem Wuchs«, doch dadurch merkwürdig ist, dass sie durch die ganze nördliche Mandschurei »als Charakterbaum der Amurflora«[34]) sich verbreitet. Das Eichengeschlecht bezeichnet daher hier im äussersten Osten des Kontinents, an das Gebirge sich anlehnend, aber dasselbe nicht überschreitend, ein ähnliches Vegetationsgebiet wie diesseits des Ural. Auf den weiten Räumen Nordasiens, von den östlichsten Stämmen der europäischen bis zu den westlichsten der Amur-Eiche ist dagegen die Gattung unvertreten. Allein die klimatischen Bedingungen, unter denen beide Arten stehen, haben wenig Beziehung zu einander. Im Amurlande ist die Sommerwärme nicht höher als in den südlichen Landschaften Dauriens, von denen der Chingan sie trennt, die Winterkälte nicht minder streng[35]). Selbst den Boden fand Radde noch in der Tiefe dauernd gefroren und erlebte eine Kälte von 35° R. unter dem Gefrierpunkte[36]). Erst im Mai löst sich das Eis des Stroms[37]), und die Belaubungszeit der Bäume dauert nicht viel über vier Monate[38]). Nur die um so viel verlängerte Vegetationszeit und die grosse Feuchtigkeit des Sommers scheinen es zu sein, wodurch die Laubhölzer des Amurlandes sich von den Nadelwäldern der sibirischen Ebene und von den Steppen Dauriens scheiden. Auch der Winter gewährt am unteren Stromlauf durch grosse Schneemassen der Vegetation einen Schutz gegen die Kälte, während diesseits des Chingan gerade die kalte Jahreszeit an Niederschlägen die ärmste ist[39]). Hier zeigt sich der Einfluss, den die Wüste Gobi auf die Trockenheit des Klimas auch von Sibirien ausübt, wo-

gegen das Amurland dem chinesischen Tieflande offener gegenüberliegt.

Wo der Amur unweit seiner Mündung die Küstenkette durchschneidet (53° N. B.), ändert sich die Physiognomie der Natur plötzlich, die Vegetation nimmt einen nordischen Charakter[40] an, die Laubwälder verschwinden, Nadelhölzer, Tannen und Lärchen herrschen wieder, wie im Inneren Sibiriens. Südwärts hat man diese Flora längs der Meerenge der Tartarei (bis 49° N. B.) wenig verändert gefunden. Die Nordhälfte der gegenüberliegenden Insel Sachalin, von welcher der südliche Theil der japanischen Flora zugesprochen ward, gleicht ebenfalls den nördlichen Küstenländern des Meerbusens von Ochotsk[41], wo das Klima einen gemischten Charakter zeigt und kühle Sommer mit strenger Winterkälte verbindet. Die Landschaft ist mit Tundren bedeckt, auf welche die Zwerg-Arve (*P. Cembra pumila*) von den Bergen herabsteigt. Die Wälder bestehen aus Lärchen und Birken (*B. alba*), wie im hohen Norden Sibiriens.

Erst die Halbinsel Kamtschatka sondert sich als letzte und östlichste Vegetationszone durch ein milderes Seeklima von dem übrigen Festlande, aber deren Flora ist noch wenig genau bekannt. Als Charakterbaum derselben kann man vielleicht die kamtschadalische Birke (*Betula Ermani*) bezeichnen. Denn wiewohl dieselbe auch die Küstenkette Ostsibiriens überschreitet und auf den Höhen der Südhälfte von Sachalin beobachtet worden ist[42], so verhält sie sich doch wahrscheinlich ähnlich wie die sibirischen Nadelhölzer, die dem Amurlande nicht fehlen, aber unter dessen günstigeren Vegetationsbedingungen daselbst die Gebirgsregionen, nicht aber, wie in Sibirien, das Tiefland bewohnen.

Nördlich von der Mündung des Amur wird das Klima des Litorals bald noch rauher als an der Meerenge, am ochotskischen Golf besteht die Vegetation nur aus einem »lichten, oft verkrüppelten Lärchenwald«[40] und ist mit den nördlichsten Wäldern Sibiriens zu vergleichen. Auf Kamtschatka hingegen wechselt der kühle Sommer des Seeklimas mit gemässigter Winterkälte[43]. Das Litoral des Festlandes[44] hat im Umkreise des Meerbusens von Ochotsk und über die Amurmündung hinaus die viel strengeren Winter des Binnenlands, von dem es sich durch grössere Feuchtigkeit, durch beständige Nebelbildungen unterscheidet. Hiedurch wird die Sommerwärme gemindert, an der Mündung des Amur noch nicht erheb-

lich[45]), aber doch dabei ein Grenzwerth überschritten, der die Vegetationsperiode auf ein kürzeres Zeitmaass einschränkt, so dass an der Küste die Nadelhölzer, welche im Inneren in das Gebirge rücken, nun in die Ebene hinabsteigen. Von dem Klima Kamtschatkas weiss man[43]), dass hier die Sommerwärme wenig höher ansteigt als im Litoral von Ochotsk; da aber der Winter bei weitem milder ist, so wird auch die Vegetation früher erwachen und daher in Kamtschatka eine Periode der Entwickelung von ähnlicher Dauer wie im Amurlande möglich sein, während doch die geringere Sommerwärme dessen südlicheren Laubhölzern nicht genügt.

Fassen wir nun die Vertheilung der Bäume in Russland und Sibirien im Ganzen zusammen, so ist ihre Anordnung in allen Fällen auf die Dauer der Vegetationszeit zurückzuführen, deren Verkürzung entweder auf der steilen Temperaturkurve des kontinentalen Klimas oder auf der Abnahme der solaren Wärme beruht, und die zugleich dadurch bestimmt wird, dass die verschiedenen Baumarten während ihrer einzelnen Entwickelungsphasen sich gegen die Temperatur ungleich verhalten. Von den grossen, natürlichen Abschnitten des Gebiets entsprechen die Eichenwälder des europäischen Russlands und des Amurlandes der längeren, die Nadelwälder, in welche die Birke eintritt, der kürzeren, unter diesen die Lärchen der kürzesten Vegetationsperiode, und in der Mitte stehen die gemischten Bestände Kamtschatkas, wo die Entwickelungszeit verlängert, aber die Sommerwärme vermindert ist.

In dem Buchenklima des westlichen Europas sind die Verhältnisse nicht so einfach. Hier giebt es Gewächse, welche die Winterkälte des Binnenlandes nicht ertragen, andere, die bei der niederen Sommerwärme der Küste nicht bestehen können, und bei diesen Beschränkungen ist die ungleiche Dauer der Vegetationsperiode ebenfalls in Betracht zu ziehen. Die Sommerwärme wächst gegen Südosten mit der steigenden solaren Wärme und mit dem Abstande von der Küstenlinie: Vegetationslinien von gleicher Lage, wie die der Edeltanne und des Weinstocks, lassen also auf eine Abhängigkeit von diesem klimatischen Werthe schliessen. Die Winterkälte aber nimmt nach Nordosten zu, weil auf sie die Polhöhe in entgegengesetztem Sinne wirkt und die Einflüsse des Meers und des atlantischen Golfstroms diese Wirkung mässigen. Da nun die Entwickelungsperiode der Pflanzen in derselben nordöstlichen Richtung verkürzt wird, so entsteht hier die schon bei der Buche berührte

Frage, auf welche dieser beiden Bedingungen die Vegetationslinien von gleicher Lage zu beziehen sind.

Nur von einigen Sträuchern lässt sich sicher nachweisen, dass sie, von den Küstenlandschaften in das Binnenland verpflanzt, durch den Frost des Winters zu Grunde gehen. Dahin gehören der britische Ginster (*Ulex*) und der Hülsenstrauch (*Ilex*). Die Beobachtungen beziehen sich auf das nordwestliche Deutschland, und hiebei ist zu beachten, dass hier wegen der Erhebung des Binnenlandes der Abstand vom Meere einen stärkeren Einfluss auf die Temperakurve ausübt als die Polhöhe, und dass daher die Linien gleicher Winterkälte ebenfalls, wie die der Sommerwärme, der Küste parallel verlaufen [46]). Der britische Ginster wurde am Ende des vorigen Jahrhunderts in Hannover zur Anpflanzung von Hecken empfohlen und hat sich im Innern des Landes, z. B. in der Nähe von Göttingen, nicht erhalten, weil die Stämme in kalten Wintern abstarben, während dieser Strauch in einigen der Nordseeküste näher gelegenen Gegenden, z. B. bei Osnabrück, einheimisch ist. Ueber den Hülsenstrauch ist die Beobachtung entscheidend, dass dieses in den Buchenwäldern der Küstenlandschaften Norddeutschlands weitverbreitete Gewächs mit zunehmendem Abstande vom Meere kleiner wird, weil an seiner südöstlichen Vegetationslinie, z. B. bei Hannover, die Stämme von Zeit zu Zeit bis auf die unterirdischen Organe erfrieren. In beiden Fällen beträgt der Küstenabstand, den diese Sträucher ertragen, nur 20 g. Meilen.

Da sich die Beobachtungen über die Abhängigkeit der Vegetationslinien von der Winterkälte nicht leicht vervielfältigen lassen, so muss eine andere Methode benutzt werden, um eine natürliche Gliederung der westeuropäischen Flora zu begründen. Je mehr Vegetationslinien in gleicher oder analoger Lage zusammentreffen, desto eigenthümlicher wird der Charakter der Flora, welche sie begrenzen, und desto mehr eignen sie sich daher zu botanischen Vergleichungen verschiedener Länder. Bei dieser Untersuchung ergiebt sich, dass in Westeuropa die Linien, welche einem bestimmten Abstande von der Küste der Nordsee und des atlantischen Meers entsprechen, von weit grösserer Bedeutung sind als alle übrigen [47]). Da im Allgemeinen die Küstenlinie von der Bretagne bis zur Ostsee von Südwest nach Nordost verläuft, so sind diese Vegetationslinien südöstliche oder nordwestliche, je nachdem die Pflanzen entweder vom Binnenlande aus das Meer nicht erreichen oder in umgekehrtem Sinne

begrenzt sind. Aus diesem Verhältniss habe ich früher [47]) geschlossen, dass die Extreme der Temperatur für die Verbreitung der Pflanzen hier die wichtigsten, klimatischen Werthe seien. Aber dieser Schluss ist nicht durchaus beweiskräftig, und man stösst bei der Anwendung desselben im Einzelnen auf manche Schwierigkeiten. Von den westlichen Küstenpflanzen kehren manche tiefer im Binnenlande unter einer südlicheren Breite wieder, bei anderen ist dieses nicht der Fall. Hier sind also, wie weiter zu erörtern sein wird, verschiedene klimatische Momente zu unterscheiden. Sodann sind die Gewächse des Binnenlandes überhaupt mannigfaltiger als die der Küstengegenden unter entsprechender Breite. Im nordwestlichen Deutschland wird die Flora auf gleichem Boden, z. B. auf demselben Muschelkalk, man kann fast sagen, von Meile zu Meile ärmer, je mehr man sich von Thüringen aus der Küste in den Weserlandschaften nähert. Im Binnenlande kann der Austausch zwischen den einzelnen Vegetationscentren in jeder Richtung stattfinden, während die Küste die Gewächse ihres Hinterlandes nur von einer Seite her empfängt. Es ist also die Frage, ob die der Küste parallelen Pflanzengrenzen wirklich in allen Fällen klimatische Vegetationslinien sind oder nur eine Folge der beschränkteren Bahnen für die Einwanderung. Sicherer ist es schon, dass die Küstenpflanzen aus klimatischen Ursachen dem Binnenlande fern bleiben, aber hier könnte ausser der Temperaturkurve auch die grössere Feuchtigkeit der Luft zu Grunde liegen. Alle diese Fragen sind nicht bloss durch die Lage der Vegetationslinien, sondern zugleich durch Untersuchungen über die Lebensbedingungen der einzelnen Arten zu erledigen, und da solche Arbeiten noch kaum unternommen sind, muss die Entscheidung im Einzelnen oftmals künftigen Forschungen anheimgestellt bleiben.

Die Vergleichung der Flora des westeuropäischen Tieflandes führt zur Unterscheidung von drei Hauptgliederungen, die durch die Lage gehäufter Vegetationslinien bestimmt sind. Da diese Linien der Küste parallel verlaufen, treffen sie fast rechtwinkelig auf die Buchengrenze. Die westliche Zone umfasst, vom biscayischen Meerbusen ausgehend, den grössten Theil Frankreichs, England nebst Irland, die Küstenlandschaften Deutschlands bis zum Rhein und zur Oder, Dänemark, und von Skandinavien den äussersten Rand, wo die Buche noch gedeiht. Sodann folgt das mittlere Gebiet, welches vom Dauphiné aus die Schweiz, den grössten Theil Deutschlands nebst Polen und Galizien begreift und nach Südosten bis an das

Marchfeld und die Karpaten reicht, wodurch zuletzt die ungarische Flora begrenzt wird, die bis zur Balkanlinie, den Steppen am schwarzen Meere und bis Podolien die südöstliche Zone bildet. Diese drei Zonen entsprechen einigermaassen bestimmten Grenzwerthen des Seeklimas, wenn man dasselbe durch die Temperaturunterschiede des wärmsten und kältesten Monats ausdrückt, die erste dem von 10—14° R., die zweite von 14—18°, die dritte von 18—19°[48]).

Es wäre wünschenswerth, für jede der drei Zonen des Buchenklimas, wie in Russland, bestimmte Vegetationslinien einzelner Gewächse zu Grunde zu legen. Die wenigen Bäume, welche sich hiezu eignen könnten, haben eine zu enge klimatische Sphäre, und doch wirft ihre Verbreitung einiges Licht auf den Zusammenhang zwischen Klima und Vegetation. In diesem Sinne können wir die Kastanie (*Castanea*) für die französische, die Edeltanne (*Pinus Picea*) für die deutsche und die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*) für die ungarische Zone als Charakterbäume gelten lassen. Diese drei Bäume sind dem westlichen und südlichen Europa gemeinsam, aber jenseits der Alpen erheben sich die Waldungen, die sie bilden, über der Ebene in ein höheres Niveau, während sie diesseits das Tiefland, aber bis zu ungleichen Polargrenzen, bewohnen.

Die Kastanie geht am weitesten nach Nordwesten. Durch ganz Frankreich verbreitet, erreicht sie das südliche England[49]), von wo ihre kontinentale Vegetationslinie längs des Rheinthals (Mosel) bis zur Schweiz (Bodensee) verläuft, um dann erst jenseits der Alpen eine eigene Region zu bilden, welche das ganze Mittelmeergebiet umfasst. Die Kastanie fehlt also nur den nördlichen Gegenden der westlichen Zone. Ihre Vegetationslinie ist diesseits der Alpen eine Nordostgrenze, und, indem dieselbe der der Buche parallel verläuft, weicht sie von den meisten Gewächsen des Westens ab, die in südöstlicher Richtung aufhören. Das Kulturgebiet des Kastanienbaums reicht noch weiter nach Nordosten bis zu einer Linie, die von England über den Harz (Blankenburg) und Sachsen (Dresden) nach Ungarn (Pesth) geht und also ebenfalls der Buchengrenze parallel liegt. Aber hier werden die Früchte in den meisten Gegenden nicht mehr reif, was z. B. an den warmen Gehängen des Wiener Waldes noch der Fall ist, nicht aber oder nur ausnahmsweise in Mitteldeutschland. Hieraus, sowie aus dem Vorkommen im Süden, worüber uns das Mittelmeergebiet belehren wird, dürfen wir schliessen, dass die Kastanie, unter ähnlichen Lebensbedingungen wie die ver-

wandte Buche stehend, einer längeren Entwickelungsperiode bedarf, als sie jenseits ihrer klimatischen Nordostgrenze findet. Wie aber ist es nun zu erklären, dass Vegetationslinien dieser Art im westlichen Europa so viel seltener sind als solche, die sich mit ihnen kreuzen? Wir können unter den Pflanzen der westlichen Zone zwei Klassen nach ihrem Wohngebiet unterscheiden. Die eigenthümlichsten sind diejenigen, die, wie gewisse Eriken [z. B. *Erica cinerea*] [50]) sich stets in einem beschränkten Abstande von der Küste halten und daher durch eine südöstliche Vegetationslinie begrenzt sind. Die übrigen dehnen sich südwärts zu östlicher gelegenen Meridianen aus, aber die meisten derselben (z. B. *Ilex*, *Buxus*) haben demohngeachtet in höherer Breite gleichfalls eine südöstliche Vegetationslinie, die im Süden dann eine gesetzmässige Richtungsänderung [51]) erleidet und oft plötzlich, entweder erst jenseits der Alpen oder auch schon in Süddeutschland, in eine Nordgrenze übergeht. Wohngebiete des Südens, die übrigens nur bis zu einer bestimmten Breite reichen, erhalten hiedurch längs des atlantischen Meeres einen westlichen Schenkel, der bei dem Hülsenstrauch (*Ilex*) bis Norwegen hinaufreicht. Es ist der Einfluss der mit abnehmender Breite wachsenden solaren Wärme, die längs der Küste durch milde Winter und verlängerte Vegetationszeiten ersetzt wird, wodurch die Gestalt solcher Wohngebiete zu erklären ist. Hierin sind also dieselben Bedingungen enthalten, die auch den nordöstlichen Vegetationslinien der Kastanie und Buche zu Grunde liegen. Würden wir den äussersten Fundort des Hülsenstrauchs in Norwegen mit dem östlichsten am Pontus verbinden, so wäre diese Linie ebenfalls eine Nordostgrenze. Der Unterschied liegt nur darin, dass eine grosse Lücke das westliche von dem südlichen Wohngebiet trennt, und diese Lücke scheint dadurch bedingt zu sein, dass durch die höhere Lage des Binnenlandes und mit dem Abstande von der Küste die Winter strenger und die Entwickelungsperioden verkürzt werden. So finden wir auch zwischen den reinen Nordostgrenzen und denen, die solche harmonisch gelegenen Kurven darstellen, je nach der klimatischen Sphäre der einzelnen Pflanzen allmälige Uebergänge. Wir dürfen daher annehmen, dass in dem einen wie in dem anderen Falle die Dauer der Vegetationszeit das diese Pflanzengrenzen bestimmende Moment sei, oder bei gewissen Arten die zunehmende Winterkälte, oder dass beide Einflüsse zugleich wirksam sind. Aber auch zu den rein westlichen Pflanzen führen zuweilen Andeutungen ähnlicher Verbreitungs-

gesetze hinüber, die auf analoge physische Bedingungen hinweisen. So soll die Glockenhaide (*Erica Tetralix*), die von Norwegen und den russischen Ostseeprovinzen aus der westlichen Küstenlinie bis Portugal folgt, auf den Gebirgen Siebenbürgens wiederkehren, und zwischen denjenigen Eriken, welche in der Gascogne und in Portugal einheimisch sind, und einigen anderen, die in grösserem Umfange das Mittelmeergebiet bewohnen, lässt sich schwerlich eine Verschiedenheit der klimatischen Bedingungen annehmen, wie an einem anderen Orte näher zu erörtern ist.

Die Edeltanne (*Pinus Picea*) stimmt darin mit den eigenthümlichen Gewächsen des Binnenlandes überein, dass ihre Polargrenze nach Nordwesten gerichtet ist. Wären die Pflanzen der westlichen Zone der Mehrzahl nach durch Nordostgrenzen eingeschlossen, so würden die Vegetationslinien, wie die der Edeltanne mit der der Kastanie, sich mit denen des Binnenlandes kreuzen und die Vermischung der Arten so gross werden, dass eine natürliche Absonderung der französischen und deutschen Flora nicht durchzuführen wäre. Nur dadurch, dass die meisten Pflanzen der ersteren Zone in höheren Breiten eine Südostgrenze erhalten haben, bleiben sie von der zweiten Zone strenger geschieden. Die Nordwestgrenze der Edeltanne beginnt in den westlichen Pyrenäen [43° N.B.] [52], und, indem diese Vegetationslinie von der Auvergne aus (45°) in gleich bleibendem Abstande von der Küste des Kanals, der Nord- und Ostsee (etwa 40 geogr. Meilen davon entfernt) Frankreich und Deutschland durchschneidet, hebt sie sich in der Oberlausitz (51°) und zuletzt in Polen (52°) am weitesten nach Norden, um von hier aus, wie es scheint, noch innerhalb des Buchenklimas [Siebenbürgen] [53], in eine Ostgrenze überzugehen. So finden sich noch schöne Edeltannenbestände an dem Nordabhang des Thüringer Waldes, wogegen der Baum am Harze nicht mehr recht gedeihen will, wo die Versuche, ihn anzupflanzen, nur in einigen südwestlich gelegenen Theilen des Gebirges Erfolg hatten, die durch höhere Erhebungen gegen die Polarwinde geschützt sind. Solche Nordwestgrenzen deutscher Gewächse habe ich früher auf die nach dem Meere zu geminderte Sommerwärme bezogen [54], und hiezu berechtigt nicht bloss die ähnliche Vegetationslinie der Weinkultur, sondern auch die nahe übereinstimmende Juliwärme von Danzig, Berlin und Erfurt [48], drei Städten, in deren Nähe manche Pflanzen der zweiten Zone in südöstlicher Richtung plötzlich zuerst auftreten. Allein die Vegetations-

linie der Edeltanne hat eine von der Hauptgrenze der ersten und zweiten Zone etwas abweichende Lage, sie überschreitet dieselbe in Frankreich, kreuzt sie in der Nähe von Gotha und bleibt im östlichen Theile von Norddeutschland und in Polen hinter derselben zurück. Vergleicht man die Juliwärme verschiedener Orte [55]), die der Nordwestgrenze der Edeltanne benachbart liegen, so zeigt sich eine allmälige Abnahme der Sommertemperatur von Westen nach Osten. Freilich sind die Wärmeunterschiede nicht bedeutend (3—4°), aber es giebt auch andere Verhältnisse, welche zeigen, dass bei diesem Baume nicht sowohl eine bestimmte Sommertemperatur als die Dauer der Vegetationszeit die Lage seiner Nordwestgrenze bestimmt. Zuerst sind die Standorte des Westens und Ostens nicht gleichartig. Von den Pyrenäen bis zum Thüringer Walde ist die Edeltanne auf den geneigten Boden der Höhenzüge eingeschränkt, und erst in der Lausitz, in Schlesien und Polen rückt sie in das Tiefland der baltischen Ebene. Die meteorologischen Messungen, die sich auf Orte der Ebene beziehen, sind daher in Frankreich für die Edeltanne nicht maassgebend. Das, was südwestlich gelegene Gebirge mit nordöstlichen Ebenen klimatisch in Verbindung setzt, ist eine verkürzte Vegetationszeit. Sodann finde ich in der übrigens für klimatologische Fragen noch sehr ungenügenden, forstwirthschaftlichen Literatur die Bemerkung, dass der Baum, der überhaupt gegen Temperaturextreme empfindlich sei, leicht in Folge von Spätfrösten seine Maitriebe verliere. Beide Thatsachen weisen also darauf hin, dass die Edeltanne, noch mehr als die Buche, an eine bestimmte Dauer der Entwickelungsperiode gebunden ist. In den Gebirgen bewohnt sie fast dieselbe Region wie die Buche, und so fallen auch im Osten ihre Vegetationslinien nahe zusammen, aber, indem die Edeltanne eine Verlängerung der Vegetationszeit wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Schwankungen der Frühlingswärme noch weniger ertragen kann als die Buche, ist sie von den Küstenlandschaften ausgeschlossen. Es geht daher aus der Vergleichung der Nordwestgrenzen der zweiten Zone hervor, dass bei verschiedenen Gewächsen bald die Minderung der Sommerwärme, bald die Verlängerung der Entwickelungsperiode oder überhaupt die verschiedenen Momente des gesteigerten Seeklimas hindernd in den Weg treten. Noch ist die Zeit nicht gekommen, wo man im Stande wäre, die in jedem einzelnen Falle wirkende Ursache unterscheiden und bestimmter nachweisen zu können, wozu eine genaue Kenntniss der physischen Lebensbedingungen gehört,

indem jede Art ihre besonderen Eigenthümlichkeiten haben wird. Da die Vegetationslinien, welche die erste und zweite Zone trennen, zwar einander genähert sind, aber nicht zusammenfallen und auch nicht immer harmonisch verlaufen, so ist eine solche Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen höchst wahrscheinlich.

Im Bereiche der ungarischen Flora ist die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*) allgemein verbreitet und die Nordwestgrenze dieses Baums berührt von den Karpaten aus (48° N.B.) Mähren, Niederösterreich, Steiermark und Krain bis zur Lombardei (46°). Den Küsten der Ost- und Nordsee wiederum parallel verlaufend, scheidet diese Vegetationslinie die deutsche Flora von der der unteren Donauländer. Wie manche südeuropäische Gewächse in Frankreich mit der Kastanie bis zu höheren Breiten reichen, so wiederholt sich diese Erscheinung, jedoch in geringerem Umfange, auch in Ungarn. Es sind dieses Pflanzen, welche einer längeren Vegetationsperiode bedürfen, die ihnen das wärmere Klima gewährt, wogegen sie durch die Alpenkette und die dieser vorliegende Hochfläche Bayerns und Schwabens von dem südlichen Deutschland grösstentheils ausgeschlossen sind. Hieraus erklärt sich der weitere Verlauf der Polargrenze der Cerris-Eiche nach Westen, die in Italien und in die südlichen Alpenthäler Tyrols und der Schweiz eindringt, dem östlichen Frankreich fast ganz fehlt, deren Gebiet dann aber von Spanien aus längs des biscayischen Meerbusens bis zur Loire (47°) reicht. Sie gehört zu den Bäumen, deren Vegetationszeit sechs bis sieben Monate zu beanspruchen scheint, wenigstens ist dies eins der klimatischen Momente, welche dem Südwesten Frankreichs und dem Donauthal von Wien bis zum Banat gemeinsam sind. Die Dauer der Wachsthumsperiode verlängert sich nämlich unter dem Einfluss der südlichen Breite in einem stärkeren Verhältniss als unter dem des atlantischen Meers. Sie beträgt am biscayischen Meerbusen, wo beide Einflüsse zusammenwirken, acht, in Ungarn, wo die Breite allein in Betracht kommt, noch sechs bis sieben Monate: an der Buchengrenze (Königsberg) ist sie schon auf fünf Monate gesunken [12]). In der Tiefebene Ungarns belauben sich die Eichen in der Mitte des April [56]), und in der Mitte des Oktobers tritt die Temperatur wieder ein, bei welcher dieses stattfand; in Wien dauert die Wachsthumsperiode noch etwas länger. Aber auch die Wärme des Sommers ändert sich in diesen Breiten nicht mit der Entfernung vom Meere, sondern nur mit der Erhebung des Bodens. Die Julitemperatur von Nantes, Wien und Ofen ist die

nämliche (17°): donauaufwärts ist sie bei Passau schon um mehr als zwei Grade gesunken (14°,5). Dennoch giebt es nur wenige südliche Pflanzen, die, wie die Cerris-Eiche, zugleich das westliche Frankreich und Ungarn bewohnen, weil die Gestalt der Temperaturkurve bedeutend abweicht und der Abstand vom Meere im Osten sich durch strengeren Winter fühlbar macht[48]). Späte Nachtfröste im Frühling, wie sie an der Donau häufig vorkommen, muss die Cerris-Eiche wohl ertragen können, sonst könnte sie hier nicht gedeihen. Im südlichen Europa bewohnt sie, häufig mit der Kastanie verbunden, die untere Waldregion der Gebirge (z. B. in Rumelien 1200 bis 2700 Fuss), von der immergrünen Region ist sie ausgeschlossen. Daher konnte sie leichter von den westlichen Pyrenäen aus in das westliche als in das östliche Frankreich eindringen, welches durch die Alpen und durch die immergrünen Landschaften am Mittelmeer von den nächsten Standorten der Lombardei und Spaniens abgesondert ist. Auch dieses Verhältniss, dass die Cerris-Eiche die immergrüne Region Südeuropas vermeidet, steht mit der Vorstellung, dass sie eine lange Wachsthumsperiode bedürfe, in Einklang. Denn die Vegetationszeit der unteren Gebirgsgehänge ist daselbst von längerer Dauer als in der immergrünen Region der Küste, wo dieselbe durch die Regenlosigkeit des Sommers unterbrochen wird. Es giebt in Ungarn noch einen anderen Baum, der unter ähnlichen Bedingungen steht, der aber die Cerris-Eiche in seinen Ansprüchen an die Temperaturkurve nach Maassgabe seiner Verbreitung zu überbieten scheint. Dies ist die Silberlinde (*Tilia argentea*), die nach Nordwesten nur bis zum Plattensee geht, bis zu einer Linie, die der durch die Cerris-Eiche bestimmten Grenze der ungarischen Flora in einem gewissen Abstande parallel verläuft. Dieselbe findet sich sodann ebenfalls in der warmen und doch zugleich des Sommerregens nicht entbehrenden Bergregion Rumeliens wieder. Ueberall wird die Silberlinde von dem tatarischen Ahorn (*Acer tataricum*) begleitet, der jedoch nur scheinbar unter gleichen klimatischen Bedingungen steht, da er auch die russische Eichenzone bewohnt, wo die Vegetationszeit von kürzerer Dauer ist. Mag dieser Baum nun an eine höhere Sommerwärme gebunden sein, oder mag er in Ungarn seine klimatische Grenze nicht erreichen, so muss doch auch er die grössere Variation der Temperatur ertragen, die den Tiefländern und den Gebirgen des Ostens gemeinsam ist. Wenn wir überhaupt in den unteren Donauländern Pflanzen des Südens wiederfinden, haben wir ihre Heimath

nicht in der immergrünen Region zu erwarten, wie es in Frankreich häufig der Fall ist, sondern in den Gebirgen der griechischen Halbinsel. Es fehlen die immergrünen Eichen und die Eriken der Gascogne und so manche südliche Pflanzen, die an der Rhone bis Lyon hinaufgehen, weil alle diese, auch wenn sie die erforderliche Wärme finden, doch den Winter und Frühling Ungarns nicht ertragen würden. Auf der anderen Seite ist der Wechsel der Flora von Ungarn bis nach Griechenland hin ein sehr allmäliger und viel weniger scharf als zwischen Deutschland und Italien ausgesprochen, weil die griechische Halbinsel so reichlich mit Höhenzügen und Gebirgen erfüllt ist. Und noch gleichartiger bleibt der Charakter der Flora von Ungarn bis zu den östlichen Steppengrenzen, wiewohl doch in dieser Richtung die Vegetationszeit sich allmälig so weit verkürzen muss, als Bäume dies überhaupt zu ertragen vermögen. Die noch so wenig erforschten Landschaften der Donaufürstenthümer und Bulgariens werden daher demnächst einen weiteren Aufschluss darüber geben können, welche Gewächse der ungarischen Flora an die längere Vegetationsperiode, welche andere an die höhere Sommerwärme gebunden sind. Vergleicht man endlich das Klima Ungarns mit dem von Deutschland, so zeigt sich auch hier, dass diese beiden klimatischen Momente bei der Beurtheilung der Vegetationslinien zu berücksichtigen sind. Denn es fehlt selbst noch in Norddeutschland (Thüringen) nicht an Landschaften, welche eine ebenso lange Vegetationszeit besitzen als Ungarn, aber die Julitemperatur bleibt dann stets zurück[48]), und eben darauf beruht die verhältnissmässige Gleichartigkeit der deutschen Flora, dass durch die Erhebung der südlichen Hochfläche und durch das tiefere Niveau des Nordens die Einflüsse der geographischen Breite aufgehoben oder gemindert werden. Das Klima der unteren Donauländer ist noch mehr durch die höhere Sommerwärme als durch die längere Dauer der Vegetationszeit bezeichnet. Die Stauden erreichen unter solchen Bedingungen ein höheres Wachsthum als in Deutschland, wogegen die immergrünen Sträucher Frankreichs, die Milde des Winters erheischen, fast ganz verschwunden sind.

Alle diese klimatischen Momente, auf denen die Eigenthümlichkeit der ungarischen Flora beruht, beziehen sich zunächst auf die waldigen Gegenden, welche von dem Kranze der Karpaten aus die central gelegenen Steppen oder Pussten umgürten. In diesen selbst ist die Flora durchaus geändert. Das Klima der russischen Steppen

steht in einem ähnlichen Verhältniss zu dem der Donauländer, wie am Mittelmeer die immergrüne Region zu den Gebirgen, die sie umsäumt. In beiden Fällen wird die Vegetationszeit durch den regenlosen Sommer grösstentheils auf den Frühling eingeschränkt. Allein obgleich die Flora der Pussten an der Theiss den Steppen Russlands ähnlich ist und viele ihrer Bestandtheile übereinstimmen, so stehen doch beide Gebiete nicht auf gleicher klimatischer Stufe. Die Pussten scheinen die Ueberreste eines Seebeckens zu sein, wo die Wälder nicht, wie in Südrussland, aus klimatischen Ursachen fehlen, sondern wo der Boden der Vegetation von Bäumen weniger als der von Steppenpflanzen entspricht. Kerner hat in seinen trefflichen Schilderungen der Vegetation in den Pussten freilich das Gegentheil behauptet, indem er sagt [57]), dass durch die späten Nachtfröste, sowie durch einen heissen und dürren Hochsommer die Entwickelungsperiode auf so enge Grenzen zusammengedrängt werde, dass nur Gewächse, deren jährlicher Kreislauf rasch abgeschlossen werde, hier gedeihen könnten, dass also die Pussten das Klima der russischen Steppen theilten. Nur dort, wo offene Wasserflächen oder ausgedehnte Sümpfe sich ausbreiten, dringe das Waldland mit seinen Eichengehölzen in die offene Landschaft ein. Allein mitten in den ungarischen Pussten und fern von den Stromlinien der Theiss und Donau, z. B. zwischen Temesvar und Szegedin, trifft man auf Dorfschaften mit ausgedehnten Maisfeldern, wo auch der Obstbau mit Erfolg betrieben wird und also Pflanzungen von Bäumen trotz des Klimas gediehen sind. Solche Versuche, die Pussten einer höheren Kultur zu gewinnen, hatte ich selbst zu sehen Gelegenheit, aber auch Kerner führt an, dass an den Rändern der Tiefebene die Feuchtigkeit der Atmosphäre gross sei, und dass sogar die Anlage von Nadelholzwäldern in der Gegend von Duna Földvar nicht erfolglos blieb. Waldbetrieb und Ackerbau stehen insofern unter gleichen klimatischen Bedingungen, als in beiden Fällen eine mehr als dreimonatliche Vegetationszeit erforderlich ist. Nicht die Wärme ist hier das entscheidende Moment, sondern wie die atmosphärischen Niederschläge sich über die wärmeren Jahreszeiten vertheilen, und ob sie in Ungarn, wie in Südrussland, von dem Sommer ganz ausgeschlossen sind. Die meteorologischen Beobachtungen in den Pussten Ungarns lehren nun, dass dies keineswegs der Fall ist, und dass die Versuche, sie anzubauen, einer viel günstigeren Zukunft entgegengehen als in den russischen Steppen. Der aus Nordosten über dieselben wehende

Polarstrom, der dort während des Sommers ununterbrochen anhält und die Ursache der Regenlosigkeit in dieser Jahreszeit ist, dringt nicht mit gleicher Regelmässigkeit über die Karpaten in das Innere von Ungarn ein. Die in den Pussten vorkommende Sommerdürre, die in ihrem Umkreise sich auffallend vermindert, ist nicht aus herrschenden Winden zu erklären, die, in derselben Richtung verharrend, in Folge der südlicheren Breite auf ihrem Wege sich erwärmen, sondern daraus, dass alle Luftströmungen, von dem waldigen Karpatenkranze herabwehend, im Gebirge bereits Niederschläge verloren und ausgetrocknet in die durch die Sommersonne gleichmässig erhitzte Ebene eindringen. Hiebei ist es möglich, dass bei dem Wechsel verschiedener Windesrichtungen doch gelegentlich Niederschläge sich bilden, die dem Ackerbau zu gute kommen, und hiemit stehen auch die Regenmessungen aus dem Gebiete der Pussten in Uebereinstimmung[58]). Zu Szegedin an der Theiss, wo das Klima der Pussten in voller Reinheit entfaltet ist, fielen doch im Jahre 1856 während der Monate Juni bis September über 5 Zoll Niederschläge, in Debreczin, wo die Berge schon näher liegen, sogar beinahe 14 Zoll, und diese Befeuchtung des Bodens, die in den russischen Steppen unerhört sein würde, vertheilte sich so gleichmässig über die vier Monate, dass sie auch dem Baumleben wohl genügen möchte. Die Pussten sind daher von dem übrigen Ungarn nicht als ein selbständiges, klimatisches Glied auszuscheiden, wenn sie auch, weil der Boden dazu einladet, einen Theil ihrer Vegetation aus den russischen Steppen entlehnen, und wenn auch künftig, nachdem der Sumpf entwässert, die Erdkrume gebessert und der Ackerbau ausgebreitet sein wird, doch in Jahren der Dürre ihr Wohlstand leichter als anderswo gefährdet bleibt.

Die Bäume, welche zur Charakteristik der Zonen Westeuropas dienen konnten, genügen diesem Zwecke insofern nur unvollkommen, als sie dem Umfange der natürlichen Abschnitte der Flora nicht vollständig entsprechen. Dazu kommt, dass ihre Verbreitung in anderen Richtungen oft weit über deren Grenzen hinausreicht und daher nur einzelne Theile ihrer Vegetationslinien für die klimatischen Werthe, die hier in Betracht kommen, maassgebend sind. Die Kastanie, die Edeltanne und die Cerris-Eiche bewohnen in Südeuropa ein grösseres Gebiet als in Frankreich, Deutschland und Ungarn, und ebenso sind die Eichen, Birken und Lärchen Russlands auch im Westen einheimisch. Das Bezeichnende liegt nur darin, dass, wenn

man das ganze Wohngebiet dieser Bäume betrachtet, ihre Vegetationslinien in einer bestimmten Richtung einen klimatischen Grenzwerth erreichen, der mit den natürlichen Gliederungen der Flora zusammenfällt. Aber eben weil der Wechsel der Vegetation von Frankreich bis Sibirien und von den Alpen bis Lappland ein stetiger ist, führt uns die Auswahl anderer Gewächse nicht weiter. Der Umfang der natürlichen Zonen bezieht sich nur auf Mittelwerthe des See- und Kontinentalklimas, die, aus zahlreichen, harmonisch verlaufenden Vegetationslinien geschöpft und also gleichsam typische Grössen sind, denen keine einzelne Pflanzenart vollständig entspricht. Zur genaueren Begründung dieses Verhältnisses wäre es erforderlich, neben jenen Bäumen solche Gewächse aufzusuchen, deren Vegetationslinien dem Typus einer Zone am nächsten kommen, aber, ohne in ein topographisches Detail einzugehen, lassen sich bis jetzt nur wenige Andeutungen geben.

Weit vollkommener als die Kastanie bezeichnen den Umfang der französisch-britischen Flora die immergrünen Sträucher, die von den tiefer im Inneren des Kontinents gelegenen Ebenen Mitteleuropas ganz ausgeschlossen sind, weil sie, als der Ausdruck des am höchsten entwickelten Seeklimas, entweder einer längeren Vegetationsperiode oder eines milden Winters bedürfen. Wie die immergrünen Laubhölzer unter den eigenthümlichen Erzeugnissen des Mittelmeergebiets voranstehen, so verbreiten sich Sträucher, die im Winter ihre harten, oft glänzenden Blätter ebenfalls bewahren, von dort aus längs der atlantischen Küste und, wenn auch einige Arten darunter sind, die fähig wären, zu Bäumen zu erwachsen, pflegen sie hier ihre zweiglose Stammstütze zu verlieren (*Quercus Ilex*, *Ilex aquifolium*, *Laurus nobilis*). Dass je nach der Empfänglichkeit jedes einzelnen Gewächses dabei wirklich die Grenzen ihrer klimatischen Sphäre erreicht werden, zeigt sich, wie bei der Kastanie, darin, dass von den zahlreichen, immergrünen Laubhölzern Südeuropas fast nur solche Arten in die Ebene Frankreichs eintreten oder weiter hin sich ausbreiten, welche am Mittelmeer, ohne daselbst auf die warme Küstenregion eingeschränkt zu sein, bis zu einer gewissen Gebirgshöhe angetroffen werden, und dass manche von ihnen, je höher sie dort ansteigen, auch im westlichen Europa weiter nach Norden gehen. So entstehen von den beiden Klassen dieser immergrünen Sträucher, die entweder an die atlantische Küste gebunden oder der Kastanie in ihren physischen Bedingungen näher verwandt sind, mehrere

Reihen von Vegetationslinien, deren Glieder durch die ungleiche Breite, bis zu welcher sie fortkommen, geschieden sind[59]. Unter allen diesen Sträuchern ist nur ein einziger geeignet, den nördlichen Theil der westlichen Zone die Kastanie ergänzend zu bezeichnen, und dies ist der Hülsenstrauch (*Ilex*), der von der Insel Rügen bis zum Rhein an einer südlichen Vegetationslinie aufhört, die von hier aus eine den grössten Theil Süddeutschlands ausschliessende Kurve bis Wien beschreibt, wogegen weiter ostwärts das Gewächs erst im Mittelmeergebiet wieder auftritt.

Wiewohl demnach die Vegetationslinie des Hülsenstrauchs in Norddeutschland der Nordwestgrenze der mittleren Zone bereits nahe liegt, so wird diese letztere doch schon im Rheinthal von ihrer südlichen Kurve durchschnitten. Unter den Charakterpflanzen der deutschen Flora finde ich keine Holzgewächse, welche vollständiger als die Edeltanne jener klimatischen Nordwestgrenze entsprächen oder deren Vegetationslinie weiter nach Norden ergänzen könnten. Bei einigen immergrünen Sträuchern, die nun an die Stelle der vorigen treten, zeigt sich die der französischen Flora entgegengesetzte Erscheinung, dass sie nicht, wie der Hülsenstrauch im Süden, sondern im hohen Norden allgemeiner verbreitet sind. Das Myrtenblatt des Preisselbeerstrauchs (*Vaccinium Vitis idaea*), und selbst die Nadeln der Erikenform (*Ledum palustre*) geben den Beweis, dass Organe dieser Art von der Variation der Temperatur und der Dauer der Vegetationszeit unabhängig sind, und daher fehlen sie auch weder dem nördlichen noch dem östlichen Europa durchaus. Um die nordwestliche Vegetationslinie, welche die deutsche Flora begrenzt, schärfer zu bezeichnen als dies durch die Edeltanne möglich ist, bieten sich fast nur Stauden dar, und auch unter diesen haben nur wenige ein hinreichend grosses Wohngebiet[60]. Und doch ist der Wendepunkt der Flora überall leicht bemerklich, wenn man von den Küstenländern an der Nordsee aus über das Eichsfeld nach der Unstrut oder vom Niederrhein thalaufwärts wandert, wenn man in südöstlicher Richtung eine Linie überschreitet, die man sich geraden Wegs und in gleichem Abstande von der atlantischen Küste über einen grossen Theil des Kontinents gezogen denkt, vom Dauphiné durch das Elsass, Franken, Thüringen, Brandenburg, Pommern bis zu den schwedischen Inseln Oeland und Gottland in der Ostsee. Denn noch auf diesem Inselpaar kommen einige östliche Pflanzen vor, die übrigens in Schweden nicht vorhanden sind und also die

Bedeutung dieser Vegetationslinie selbst noch jenseits der Buchengrenze andeuten.

Die meisten Pflanzen der mittleren Zone gehen über deren Ostgrenze weit hinaus, und die ungarische Flora ist daher von der deutschen eigentlich nur durch zahlreiche neu auftretende Bestandtheile zu unterscheiden. Deutschland wäre lediglich als ein Uebergangsgebiet zwischen Frankreich, Ungarn und Russland aufzufassen, wenn nur die Ebenen und nicht auch die Gebirge, die Alpen mit ihrer reichen und eigenthümlichen Flora in Betracht gezogen würden. Ungarn besitzt einige Sträucher, die jenes Verhältniss zu Deutschland deutlich erkennen lassen. Namentlich die Cytisus-Arten, die hier so allgemein auftreten, aber auch zum Theil die Zone der russischen Laubwälder bewohnen, nehmen in nordwestlicher Richtung allmälig ab, die Vegetationslinien der am weitesten vorgeschobenen Arten liegen zwar wiederum der Nordseeküste parallel, aber weit tiefer landeinwärts als die der Edeltanne [61]), sie zeigen, wie im östlichen Deutschland die Flora nach und nach in den ungarischen und russischen Typus übergeht.

Die bisherige Untersuchung hat ergeben, dass wir in dem grossen Durchmesser des Waldgebiets der östlichen Hemisphäre vom atlantischen bis zum stillen Meere sieben Zonen nach einem gewissen Typus ihrer Flora unterscheiden können, die sämmtlich von der Gestalt der Temperaturkurve abhängen, in welcher die verschiedenen klimatischen Werthe der Vegetationszeit und der Variation der Wärmegrade enthalten sind. Diese Zonen sind je nach ihrer Lage durch Grenzlinien von ungleicher Richtung bezeichnet, aber stehen fast ohne Ausnahme mit der Konfiguration der Küsten, also mit dem Wechsel des See-, des Kontinental- und des gemischten Klimas in Beziehung. Die drei Zonen des Buchenklimas sind durch das atlantische Meer zunächst beeinflusst und theilen ihre charakteristischen Holzgewächse mit den Gebirgen des südlichen Europas (Kastanien, Edeltannen, Cerris-Eichen). Drei andere Zonen beruhen theils auf der Vertheilung der Wärme, theils auf der kontinentalen Absonderung von dem Einfluss beider Oceane: dies sind die Gebiete der mittelrussischen Laubwälder, der nordischen Nadelhölzer und der Amur-Eiche. Endlich verdankt die letzte Zone, die der kamtschadalischen Birke, ihre Eigenthümlichkeit dem gemischten Klima der Ostküste Sibiriens. So sehr also auch die Beziehungen des Meers zum Festlande bei der Anordnung der Waldbäume und der übrigen

sie begleitenden Gewächse überwiegen, so ist das Wechselverhältniss zwischen Klima und Vegetation doch hiedurch nicht vollständig erschöpft. Die Vegetationslinien, welche den Parallelkreisen des Aequators parallel gehen oder ihnen genähert sind, erheischen eine weitere Erörterung.

Schon bei dem Verhältniss der Nadel- und Laubwälder im europäischen Russland wurde die Bedeutung der in nördlicher Richtung abnehmenden solaren Wärme hervorgehoben. Aber auch innerhalb des Buchenklimas ist der Einfluss der geographischen Breite auf den Reichthum der Flora sehr erheblich. Von den Alpen bis Lappland nimmt die Mannigfaltigkeit der Pflanzenarten in regelmässiger Reihenfolge ab[62]). Vergleicht man gleich grosse Räume des süddeutschen Rheinthals und Lapplands, so findet man die Artenzahl der Phanerogamen dort auf mehr als das Dreifache gewachsen (400 : 1360). Geringer, aber doch noch bedeutend ist der Unterschied, wenn man grössere Abschnitte des Waldgebiets, wie Skandinavien mit Deutschland zusammenstellt (1680 : 2840). Wenn auch der hohe Norden manche eigenthümliche Erzeugnisse aufzuweisen hat, so ist deren Anzahl doch nur verschwindend klein, wenn wir sie mit denen vergleichen, deren Polargrenze weiter südwärts liegt. Dass solche nördliche Vegetationslinien mehr oder weniger genau an bestimmte Breitengrade gebunden sind, ist schon bei einer dem Westen Europas eigenthümlichen Erikenform zu bemerken (bei *Erica cinerea*), die auf den Faröer und in Norwegen unter gleicher Polhöhe (61°) aufhört. Die Erscheinung ist indessen eine ziemlich allgemeine, und man kann in vielen Fällen nachweisen, dass die Uebergänge der Nordgrenzen in andere Richtungen erst unter bestimmten Meridianen eintreten und nun erst die Abstufungen der Temperaturvariation ihren Einfluss äussern. Im skandinavischen Norden ist die Uebereinstimmung der nördlichen Vegetationslinie mit Parallelkreisen weniger auffallend, weil hier der die norwegische Küste bespülende Golfstrom eine örtliche Ablenkung derselben nach Norden bewirkt. Was dieser an Wärme zuführt, kommt den Pflanzen neben der solaren Wärme zu gute. Jene Erika ist in sofern in einer Ausnahmestellung, als ihre beiden nördlichsten Standorte gleichmässig durch den warmen Meeresstrom beeinflusst sind. In Norddeutschland habe ich eine Reihe von Vegetationslinien gesammelt[63]), die hier, ebenso wie im europäischen Russland, den Breiten von 51° bis 53° entsprechen, und von denen nur einige aus dersel-

Ursache in England weiter nach Norden abgelenkt sind. Nichts ist für diese Betrachtungen lehrreicher als die Vergleichung des norddeutschen Hügellandes mit den Ebenen Russlands, wo die Neigung des Bodens verschwindet, wo die Sumpflandschaften Lithauens an die schwarze Erde des Steppenrandes herantreten, wo die anstehenden Gesteine fehlen, kurz wo fast alle Einflüsse des Bodens auf das Pflanzenleben andere geworden sind. Da nun diese örtlichen Bedingungen des Vorkommens und zugleich auch die meisten klimatischen Werthe so sehr abweichen und doch die Polhöhe, bis zu welcher jene Pflanzen verbreitet sind, dieselbe bleibt, so kann die Ursache der Erscheinung nur in dem Maasse der solaren Wärme erblickt werden, von welchem diejenigen Arten, die, auf schattenlosem Boden wachsend, durch direkte Sonnenstrahlen erwärmt werden, abhängiger sind als von den klimatischen Linien, deren Temperatur durch das Thermometer gemessen wird.

Dass die Minderung der solaren Wärme nicht nur, sondern auch die Steigerung derselben den Pflanzen eine Grenze setzen kann, lehrt die geringe Anzahl nordischer Arten, die südwärts unter einer bestimmten Breite nicht mehr gedeihen oder daselbst in die Gebirgsregionen hinaufrücken. Denn mit der gesteigerten Wärme werden die Entwickelungszeiten verschoben: Arten, die im nordischen Sommer blühen und reifen, werden genöthigt sich schon im Frühlinge auszubilden und erfahren die höchste Reizung zu einer Zeit, wo sie ihrer Organisation nach bereits in den Winterschlaf eintreten sollten.

Wenn die klimatischen Werthe der Temperaturvariation und der solaren Wärme in ihrem Zusammenwirken auf die einzelnen Gewächse stets gesondert betrachtet werden könnten, und wenn die physiologische Grundlage solcher Untersuchungen einst umfassend bearbeitet sein wird, erst dann ist die Möglichkeit gegeben, den Gesammtverlauf der klimatischen Pflanzengrenzen vollständig auf seine Bedingungen zurückzuführen. Bis jetzt sind nur die Anfangsgründe dieser Forschungen zugänglich, aber es ist schon ein Gewinn, wenn man zu unterscheiden vermag, ob das Klima einer gegebenen Pflanzengrenze zu Grunde liegt, oder ob bei dem Streben jeder Art, sich über die Erdfläche auszubreiten, die klimatischen Grenzwerthe des Gedeihens noch nicht erreicht sind.

Als ein Problem, welches noch vielseitige Arbeit erfordern wird, bezeichne ich es also, in welchen Fällen die solare Wärme oder aber die Abstufung des See- und Kontinentalklimas die Lage der Vege-

tationslinien bestimme, und wann dieselben durch das Zusammenwirken aller dieser Werthe in mittlere Richtungen übergehen. Um diese Frage ihrer Lösung näher zu führen, eignen sich die im Grossen angebauten Gewächse in doppelter Beziehung, einmal weil durch das Bedürfniss des Menschen die Kultur des Bodens bis zu den klimatischen Grenzen vorzurücken pflegt und sodann, weil die Cerealien in Europa mit der geographischen Breite wechseln, die Obstbäume hingegen und der Weinstock von der Temperaturvariation in höherem Grade abhängen. Unter Korn versteht man in den germanischen Sprachen dasjenige Getraide, welches unter den Nahrungspflanzen eines Landes den ersten Platz behauptet, und so ändert sich mehrmals die Bedeutung dieses Worts. Im skandinavischen Norden heisst Korn die Gerste [64]), im nördlichen Deutschland der Roggen, im südlichen der Weizen und in einigen Gegenden der daselbst vorzugsweise gebaute Spelzweizen [65]). Hiedurch ist schon die Grundlage der Getraidezonenkarte gegeben, welche Berghaus entworfen hat [66]). Die Zone der Sommercerealien (in Skandinavien 70—60°), des Roggens und Weizens (60—50°) und des Weizens und Mais (südwärts von 50°) sind hiernach zu unterscheiden.

Unter den Sommercerealien geht die Gerste am weitesten nach Norden, an der Westküste Lapplands, begleitet von der Kartoffel, fast bis zur Baumgrenze [Alten 70°] [67]). Aber in keinem anderen Meridian erreicht sie diese hohe Breite, und es ist zweckmässig, zuerst die Wintercerealien zu besprechen, deren Anbau in Schweden und Russland unter dem 60. Grade beginnt, und deren Kulturgrenze in diesen beiden Ländern nur von der Polhöhe abzuhängen scheint. Da das Wintergetraide im Herbste keimt und dann in den Winterschlaf übergeht, so liegt in der Dauer des Winters ein Hinderniss des Anbaus, indem, je mehr sich der Frühling verspätet, desto weniger Zeit von hinreichender Wärme zum Wachsthum des Halms und zur Reife des Korns übrig bleibt. Es wäre also die im Norden zunehmende Verkürzung der Vegetationszeit das Hinderniss des Anbaus. In der That ist es nur die Temperaturkurve, die in Schweden dem Winterkorn eine Schranke setzt. Vergleichen wir Stockholm (59°) mit Torneo (66°), so finden wir die Wärme des Juni und Juli wenig, des Mai und September sehr erheblich geändert und auch den August hier um zwei Grade kälter als dort [68]). In der Mitte des Sommers wird die Minderung der solaren Wärme durch die länger werdenden Tage ausgeglichen: sobald diese sich verkürzen, wird die höhere

Breite erst fühlbar. Die Wintercerealien, die in Schweden noch im August geerntet werden [64]), können daher in Torneo nicht mehr gedeihen, wo das Wiedererwachen ihrer Vegetation sich verspätet und wo die sinkende Augustwärme die Reife des Korns verhindert. Allein gegen diese Auffassung erhebt sich anscheinend das Bedenken, dass, da eine Verkürzung der Vegetationszeit nicht bloss in nördlicher, sondern auch in östlicher Richtung mit dem Abstande vom Meere eintritt, wir erwarten müssten, die Zone des Winterkorns nicht an bestimmte Breitengrade gebunden, vielmehr wie die Buche, nordöstlich begrenzt zu sehen. Nun aber wissen wir [25]), dass die Weizenkultur im europäischen Russland der Polargrenze der Eiche entspricht, sie reicht hier ebenso weit nach Norden wie in Schweden. Es besteht indessen zwischen der Verkürzung der Vegetationszeit, die in nördlicher, und derjenigen, die in östlicher Richtung erfolgt, ein wesentlicher Unterschied. In dem ersteren Falle liegt die Ursache in der Minderung der solaren Wärme, in dem Stande der Sonne über dem Horizont, der im Vor- und Nachsommer nicht genügt, die alsdann nothwendigen Phasen der Vegetation hervorzurufen. Die östliche Verkürzung beruht ausschliesslich auf der zunehmenden Steilheit der Temperaturkurve, die Sonnenstrahlen geben den Pflanzen, die ihnen ausgesetzt sind, in allen Meridianen dieselbe Wärme. Dass hierin eine Verschiedenheit der Lebensbedingungen liege, dass die Verkürzung der Entwickelungsperiode in dem einen oder anderen Sinne auf die Pflanzen ungleich wirke, zeigt sich schon in der allgemeinen Lage der Vegetationslinien ausgedrückt. Wäre dies nicht der Fall, so müsste der Wechsel der Flora in nördlicher und östlicher Richtung viel gleichmässiger erfolgen, als dieses der Fall ist. Dieselbe Art finden wir ferner je nach den Meridianen, die sie bewohnt, theils durch nördliche, theils durch östliche klimatische Linien begrenzt: sie erreicht die ersteren, wenn der Stand der Sonne nicht mehr ausreicht, zur richtigen Zeit den Wechsel der Vegetationsphasen einzuleiten, die letzteren, wenn sie diese Phasen nicht weiter mehr beschleunigen kann oder die excessiven Temperaturgrade nicht erträgt. Sowie aber dieselbe Pflanze sowohl nach Norden wie nach Osten klimatisch begrenzt sein kann, so werden auch verschiedene Arten sich ungleich verhalten, je nachdem sie in ihren einzelnen Entwickelungsphasen an einen bestimmten Grenzwerth solarer Wärme oder nur an eine bestimmte Dauer der Wachsthumsperiode gebunden sind, indem sie im letzteren Falle während derselben, indifferent

gegen die Form der Temperaturkurve, nur eine konstante Mittelwärme erheischen. Entweder wird also die Polargrenze, wie die solare Wärme, nur von der geographischen Breite abhängen, oder sowohl von dieser als von dem Abstande des atlantischen Meers und dann, gleich der Buchengrenze, einer mittleren, einer nordöstlichen Vegetationslinie entsprechen. Hierin scheint mir die Ursache zu liegen, dass die Wintercerealien unter einer bestimmten Polhöhe nicht mehr fortkommen, wo sie zu Anfang und gegen das Ende ihrer Sommerperiode die Wärme nicht mehr finden, deren sie bedürfen. Allerdings gehen sie an der Westküste Norwegens viel weiter nach Norden als in Schweden [fast bis 65°] [25]), aber dies ist nur die allgemeine, auf alle Polargrenzen sich erstreckende Wirkung des Golfstroms, der da, wo er das Festland erwärmend bespült, die Vegetationsperiode bedeutend verlängert. An der Ostseite der norwegischen Fjelde hören diese Wirkungen auf.

Verwickelter wird das Problem der reinen Nordgrenzen dadurch, dass nicht bloss die solare Wärme, sondern auch die Tageslänge sich mit der Polhöhe ändert, jene vermindert wird und diese gerade vom 60. Breitengrade an bis zum Polarkreise rasch zunimmt. Der längste Tag hat in Petersburg (60°) 18,5, in Torneo (66°) bereits 22 von der Sonne beleuchtete Stunden. Hiedurch scheint eine gewisse Ausgleichung bewirkt und, wie Schübeler angenommen, die Nordgrenze der Pflanzen weiter nach dem Pole zu verrückt zu werden. Es entsteht hier die Frage, welchen Einfluss denn eigentlich die Tageslänge auf das Wachsthum äussern kann, ob durch das Licht, welches den chemischen Process in den Blättern erst möglich macht, oder durch die Wärmestrahlen der Sonne, deren länger dauernde Einwirkung den wahren Zeitraum der Entwickelungsperiode vergrössert, indem während der Nacht keine Nahrungsstoffe aus der Luft in die Pflanze übergehen. Schübeler hat dem Lichte allein ohne Weiteres diese Rolle zugetheilt, die verkürzte Vegetationszeit auszugleichen [69]); allein das Licht wirkt nur auf die grünen Organe, und schon früher hatte ich eine Beobachtung mitgetheilt [70]), welche zeigt, dass, wenn das Licht die dem Organismus zugetheilte Arbeit einleitet, die Vollendung des Wachsthums doch nur von der Sonnenwärme abhängt. In der Höhe von 1200 Fuss hatte man am Söefjord in Bergens Stift (60°) Gerste zu bauen mit Erfolg unternommen, aber die Vegetation derselben bis zur Reife des Korns dauerte daselbst von Ende April bis zum letzten Drittel des August, mehr als

vier Wochen länger als unten am Meeresufer, wo es freilich viel wärmer ist, aber die Sonne doch nicht länger leuchtet, auf die Sauerstoffentbindung der Pflanze den gleichen Einfluss hat. Am Fjord rechnete man von der Saatzeit (12. Mai) bis zur Ernte (1. August) nur drittehalb Monate: die Umstände lassen schliessen, dass das Saatkorn in beiden Fällen gleicher Art war.

Boussingault ist derjenige Naturforscher, der über das Verhältniss der Wärme zur Vegetationszeit die physiologisch am besten begründete Theorie aufgestellt hat[71]). Nach ihm erhält man für dieselbe Pflanze, so sehr sich auch ihre Entwickelungsperiode verkürzen oder verlängern mag, einen unveränderlichen Werth, wenn man die mittlere Wärme dieser Vegetationszeit mit der Anzahl der Tage multiplicirt, die vom Anfang bis zum Ende des Wachsthums verflossen sind. In diesem Satze ist enthalten, dass jedes Gewächs an ein bestimmtes Wärmemaass gebunden ist, dass die Bewegungen im Organismus, die man als Ernährung und Wachsthum zusammenfasst, der Wärme, die sie hervorruft, proportional sind. Aber die Formel giebt nur eine richtige Grundlage, und andere Elemente müssen in dieselbe aufgenommen werden, um ihre Allgemeingültigkeit zu erhöhen: indessen glaube ich nicht einmal, dass alle Bedingungen schon vollständig bekannt sind, wodurch sie beeinflusst werden kann. Zuerst ist gegen Boussingault's Satz einzuwenden, dass die einzelnen Phasen der Wachsthumsperiode an bestimmte Wärmegrade gebunden sind, dass die Blüthe oder in anderen Fällen auch die Fruchtreife eine höhere Temperatur fordert als die Keimung, dass aber diese Werthe in der Formel nicht enthalten sind. Ferner ist es klar, dass jede organische Arbeit, nachdem sie eingeleitet, einer gewissen Zeit zu ihrer Vollendung bedarf, ehe die Pflanze zu einer neuen Phase übergehen kann. Ehe nicht alle Zellen des Kartoffelknollens mit Stärkemehl gefüllt sind, ist derselbe nicht reif und wird zu Grunde gehen, wenn ihm die Blätter nicht die erforderliche Menge liefern können. Dies nun scheint mir die Bedeutung zu sein, welche den langen Tagen des Nordens zukommt, und neben der Anzahl der Tage müsste daher in jene Formel auch die Dauer der einzelnen Tage aufgenommen werden. Fortgesetzte chemische Arbeit gleicher Art fordert Zeit und Licht, aber keine Erhöhung der Temperatur. Da nun Licht und Wärme nicht in gleichem Sinne wirksam sind, so kann man sich wohl vorstellen, dass die Bildung und Streckung der Zellen und dann wiederum das Wachsthum verschiedener Organe an andere

Bedingungen geknüpft sind als der chemische Process in den Blättern, und dass auch mit diesem Verhältniss die Einwirkungen des nordischen oder des kontinentalen Klimas in Verbindung stehen. Sollte nicht vielleicht das Wachsthum der Stengelglieder, welches eine Vermehrung der Laubfülle begünstigt, weil jedes Blatt einer freien Lage zu seiner Beleuchtung bedarf, durch die rasche Wärmesteigerung des Kontinentalklimas, das der Blätter durch die langen Tage des Nordens befördert werden? In der That giebt es in höheren Breiten noch besondere Eigenthümlichkeiten des Wachsthums, die bestimmt scheinen, der verkürzten Vegetationszeit entgegen zu wirken. Auf meiner norwegischen Reise im Jahre 1842 bemerkte ich, dass die meisten Laubhölzer schon unter dem 60. Breitengrade grössere Blätter tragen als in Deutschland[70]). Sehr auffallend war mir dies bei der Traubenkirsche (*Prunus Padus*), bei der Haselnuss (*Corylus*) und der Espe (*Populus tremula*). Die Espe hatte dort allgemein Blätter von 2 Zoll Durchmesser. Aehnliche Beobachtungen machte Martins in Lappland[72]) an dem dort angebauten Gemüse: die Blätter von Erbsen waren zu Alten fast einen Fuss, von Runkelrüben 21 Zoll lang. Wo die Vegetationszeit kürzer wird, kann das Laub die gleiche Masse von organischem Nahrungsstoff, in den Bäumen das zur Erhaltung des Stammes nöthige Holz bereiten, wenn entweder die Zahl der Blätter vermehrt oder die Oberfläche des einzelnen Blatts seinen Leistungen entsprechend vergrössert wird. Das östliche Klima, welches reicher an hochwüchsigen Stauden ist, scheint auf die Anzahl der Blätter an einem Jahrestrieb, das nordische in gewissen Fällen auf ihre Grösse einzuwirken. Nach den Untersuchungen von Sachs[73]) wirkt das Licht des Tages nur auf die Bildung der organischen Verbindungen aus unorganischen Nahrungsstoffen und auf das Wachsthum der grünen Organe, während die übrigen bildenden Processe in der Dunkelheit vor sich gehen. Unter diesem Gesichtspunkte erscheint die Vergrösserung der Lauboberfläche als ein Hülfsmittel, welches gewissen Pflanzen zu Theil geworden ist, um im Norden noch diejenigen Wirkungen zu verstärken, welche ohnedies schon durch die längeren Tage gegeben sind. Allgemeiner aber könnte man sagen, dass die Vegetationslinien, welche einer bestimmten Polhöhe entsprechen, mit der Tageslänge insofern in Beziehung stehen, als die Pflanzen da ihre Nordgrenze finden müssten, wo sie innerhalb der Zeit, in welcher die Sonne sie wirklich beleuchtet und erwärmt, die organischen

Arbeiten, welche den Blättern übertragen sind, nicht mehr zu vollenden vermöchten.

Der Anbau der Gerste erreicht, wie schon bemerkt, nur bei Alten in Finmarken die Nähe der Baumgrenze, wenige Längengrade östlicher hört derselbe am bottnischen Meerbusen schon diesseits des Polarkreises auf [65°] [74]). Der erwärmende Einfluss des Golfstroms, der selbst am Nordkap noch die Eisbildung verhindert, bringt einen Gewinn von fünf Breitengraden, wie bei den Wintercerealien. Von Torneo aus bleibt der Ackerbau durch das ganze europäische und asiatische Russland in wechselnden Abständen diesseits der Waldgrenze zurück, und hierin liegt also der Beweis, dass die Bäume und die Sommercerealien, wenn sie auch in dem Anspruch an eine etwa dreimonatliche Vegetationszeit übereinstimmen, doch nicht denselben klimatischen Bedingungen unterworfen sind. Die Natur hat die hochnordischen Wälder zu einem Jagdgebiete bestimmt, welches der Ackerbau niemals einnehmen wird. Middendorff, dessen gründlichen und umfassenden Untersuchungen wir die vollständige Kenntniss von der Polargrenze des Ackerbaus in Sibirien verdanken, hat durch seine historischen und nationalökonomischen Nachweisungen sicher dargethan, dass hier überall wirklich klimatische Grenzpunkte erreicht sind, und er hat zugleich ausgeführt, aus welchen Ursachen ein grosser Theil des sibirischen Waldgebiets der Cerealienkultur unzugänglich ist und bleiben wird. Im Allgemeinen finden wir auch die Polargrenze der Gerste wie die der Wintercerealien an bestimmte Breitengrade gebunden, aber mit der eigenthümlichen Abänderung, dass das gleichsam sprungweise schon in Lappland erfolgende Zurückweichen nach Süden sich in den östlichen Meridianen noch zweimal wiederholt und in Sibirien die Vegetationslinien der Winter- und Sommercerealien wenig geschieden sind oder auch ganz zusammenfallen. Mit einigen örtlichen, zum Theil durch das weisse Meer verursachten Schwankungen (65 — 67°) verläuft die Polargrenze der Gerste vom Nordrande des bottnischen Meerbusens bis zum Ural in der Nähe des Polarkreises (65 — 66°), vom Ob bis zur Lena vier Breitengrade südlicher (61 — 62°), und geht zuletzt mit der ochotskischen Gebirgskette in das Amurgebiet über, ohne die Ostküste selbst völlig zu erreichen, an welcher der Ackerbau erst in weit niedrigerer Breite (kaum 50°) möglich sein soll. Middendorff hat in dem gefrorenen Boden Sibiriens die Ursache erkannt, welche den Ackerbau überall beschränkt, wo nicht ein hinlängliches Gegengewicht in der Stei-

gerung der kontinentalen Sommerwärme vorhanden ist, und die tiefe Temperatur der durch das schmelzende Eis genährten Erdfeuchtigkeit ist für die Sommer- und Wintercerealien von gleich nachtheiligem Einfluss: die Nadelhölzer müssen sich indifferenter dagegen verhalten. Im europäischen Russland wirkt die Tageslänge noch bedeutend auf die Polargrenze der Sommercerealien ein, weil das unterirdische Eis im Samojedenlande erst innerhalb des Polarkreises auftritt[75]) und also im Bereiche des Ackerbaus die solare Wärme durch dasselbe nicht verzehrt wird. In Sibirien sind die Tage da, wo der Ackerbau aufhört, schon beträchtlich kürzer, und so wird hier auch durch die nächtliche Strahlung die Temperatur der Luft verhältnissmässig sinken. Das gemischte Klima am ochotskischen Meerbusen endlich lässt den Ackerbau nicht zu, weil die Sommerwärme überhaupt zu gering ist, und selbst in Kamtschatka haben die Versuche, Korn zu ernten, nur im Inneren des Landes und auch da nur geringen Erfolg gehabt.

So gut sich demnach die Polargrenze der Sommercerealien bei aller scheinbaren Unregelmässigkeit aus den wechselnden klimatischen Bedingungen ableiten lässt, so trägt doch auch ein der Gerste eigenes physiologisches Verhältniss dazu bei, ihren Anbau in Sibirien zu beschränken. Diese Getraideart hat in einem viel höheren Grade als der Roggen die Fähigkeit, klimatische Varietäten zu erzeugen, und lehrreich sind die Erfahrungen, die man hierüber in Norwegen gesammelt hat. Man hat in Sibirien diese Seite der Aufgabe vernachlässigt und hier, bei der Entlegenheit der Kultursitze, oftmals, wie Middendorf anführt, den Getraidebau wegen Mangels an Saatkorn nicht fortsetzen können, wenn Jahrgänge vorkamen, in denen die Ernten durch Frost zu Grunde gingen. In Europa könne man den Verlust leicht ersetzen, in Sibirien nicht. In dieser Beziehung ist nun allerdings ein Fortschritt des Ackerbaus möglich, wenn man geeignete Varietäten der Gerste allgemeiner einführt. Middendorff fand nämlich, dass die Vegetationszeit der Gerste in Sibirien zehn bis zwölf Wochen dauert, und ebenso lang sei sie in Livland. Die Erfahrungen in Norwegen nun, welche Schübeler mittheilt[76]), zeigen, dass gerade bei der Gerste eine Akklimatisation stattfindet, die durchaus dem Darwin'schen Gesetze der Zuchtwahl entspricht, welches in Bezug auf klimatische Varietäten seine volle Berechtigung hat und in diesem Falle klar hervortritt. Ist in eine hochnordische Gegend Saatkorn eingeführt worden, so werden vielleicht nur einzelne kräf-

tige Individuen ihre Samen völlig zur Reife bringen können, und, da nun diese allein zu neuen Saaten benutzt werden, so entstehen mit jedem Jahr vermöge der Erblichkeit solcher Eigenthümlichkeiten grössere Mengen von frühreifen Aehren, und zuletzt bildet sich eine Varietät, deren Charakter eben in einer grösseren Beschleunigungsfähigkeit des Wachsthums, in einer kürzeren Vegetationszeit besteht. Von dieser Eigenheit der Gerste, je nach den physischen Bedingungen die Entwickelung zu verlängern oder zu verkürzen, habe ich auf meiner norwegischen Reise mehrere Beispiele gesammelt[70]. Auf der kurzen Strecke von Hardanger bis Bergen bewegten sich die Variationen der Vegetationszeit zwischen 71 und 140 Tagen. Dabei fand ich, dass die Beschleunigung in der Zeit von der Keimung bis zur Blüthebildung stattfindet, also wiederum auf die grünen Organe sich bezieht, die vom Lichte der langen Tage zehren, und dass hingegen die Periode von der Blüthe bis zur Reife des Korns in diesem Theile Norwegens sich ebenso verhielt wie in Sachsen. Wenige Meilen Abstand am Meeresufer des Fjord bewirkten schon einen beträchtlichen Unterschied in der Dauer der Wachsthumsperiode. »Wie die edlen und gemeinen Weine am Rhein oft dicht neben einander erzeugt werden«, bemerkte ich, »so rücken hier in einem weit grösseren Maassstabe verschiedene Klimate und Bodenverhältnisse nahe zusammen: das ist die Wirkung der engen, über 4000 Fuss tiefen, nach allen vier Weltgegenden gerichteten, von reverberirten Sonnenstrahlen getroffenen« oder in Nebel gehüllten »Fjordschluchten«. Beobachtungen dieser Art wurden neuerlich von Schübeler in einem anderen Sinne wieder aufgenommen, indem er verschiedene Varietäten der Gerste im botanischen Garten von Christiania, also unter gleichen physischen Bedingungen baute und die Variationen der Wachsthumsperiode verglich, die in diesem Falle also erblich angeeignete Eigenthümlichkeiten des Saatkorns bezeichnen. Die Schwankungen waren hier weniger gross, sie umfassten 77 bis 105 Tage, aber in einem Falle, und dies ist das merkwürdigste Ergebniss seiner Untersuchung, beobachtete er eine Verkürzung der zwischen Saat und Reife des Korns verflossenen Zeit bis auf 55 Tage (29. Mai bis 19. Juli). Diese Gerstenkörner aber hatte er eben von der Polargrenze des Getreidebaus, von Alten in Lappland, erhalten, und hier zeigte sich also, was über die Zuchtwahl vorhin gesagt wurde, am entschiedensten ausgedrückt. Es war freilich nicht die gewöhnliche, sondern angeblich die sechszeilige Gerste (*Hordeum hexastichon*), die

jedoch oft mit Varietäten der gemeinen Gerste verwechselt wird. Von dieser letzteren, die ebenfalls eigentlich zechszeilige Aehren trägt (*H. vulgare aestivum*), führt Metzger[77] an, dass sie in Baden nur 65 bis 70 Tage bedürfe. Unter dem Einfluss der langen Tage des lappländischen Klimas war eine Varietät entstanden, die ihre erblich empfangenen Eigenheiten noch in der folgenden Generation unter Umständen, wo sie jene Vorzüge der Beleuchtung entbehren musste, dennoch festzuhalten vermochte. Mögen auch in einem anderen Klima die physiologischen Eigenthümlichkeiten sich nicht immer dauernd erhalten, so wird es doch erspriesslich sein, in Sibirien Versuche mit Varietäten von kurzer Vegetationszeit einzuführen und zu erweitern.

Zwischen dem sechzigsten und funfzigsten Breitengrade sind in Europa Winterroggen und Winterweizen die vorherrschenden Getraidearten, sie überwiegen in einer Zone, die sich von England und Dänemark durch Norddeutschland, Preussen und Polen, die russischen Laubwälder umfassend, nach der Ukraine erstreckt. Welches jener beiden Cerealien das Haupterzeugniss eines Landes sei, hängt nicht von klimatischen Bedingungen, sondern von der grösseren oder geringeren Fruchtbarkeit der Erdkrume und diese wieder von den geognostischen Formationen ab, in deren mineralischer Mischung Kalkgehalt den Weizen begünstigt. Die Flötzformationen Englands und Polens, die Tertiärlager Mecklenburgs geben diesen Ländern einen Vorzug, aber auch auf dem sandigen Diluvialboden der baltischen Ebene verdrängt den Roggen nicht selten die werthvollere Weizenkultur da, wo die überall verstreuten Mergellager allgemeiner benutzt werden, welche die Ueberreste von erratischen Blöcken der dänischen Kreide zu sein scheinen.

Südlich vom funfzigsten Parallelkreise ist der Einfluss der Kalkformationen auf das Ueberwiegen des Weizens nicht zu verkennen, aber hier wird zugleich ein klimatischer Grenzwerth der solaren Wärme überschritten, der von Frankreich durch Süddeutschland und Ungarn bis zu den russischen Steppen durch die Anfänge der Maiskultur[78] ausgedrückt erscheint. Mit dem Mais (*Zea*), dessen wahre Heimath unbekannt ist[79], der aber erst aus Amerika nach Europa kam, hat es eine eigene Bewandtniss. Die Länge der Vegetationszeit beschränkt ihn in Europa auf wärmere Gegenden; in Norddeutschland werden die Körner in der Regel nicht reif, in Amerika hingegen schwankt die Entwickelungsperiode je nach dem Klima um

mehr als das doppelte, von 7 bis zu weniger als 3 Monaten[80]), und so reicht dort die Maiskultur bis nach Kanada. Die Fähigkeit, klimatische Varietäten zu erzeugen, ist hier noch grösser als bei der Gerste, aber die Versuche, in Europa aus amerikanischer Saat Spielarten von kurzer Vegetationszeit zu erhalten, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt. Metzger[80]) fand sogar, dass der Tarascora-Mais, eine grosse amerikanische Varietät, schon in der dritten Generation in den gewöhnlichen, niedrigen, gelben Mais, wie er im Rheinthale gebaut wird, sich verwandelte. Das Akklimatisationsvermögen ist grösser als die Fähigkeit, beständige Organisationen zu erzeugen, und es müssen daher eigenthümliche Beziehungen zwischen dem amerikanischen Klima und der Vegetation dieses Gewächses bestehen, welche in Europa nicht vorhanden sind.

Von den Getraidezonen wenden wir uns nun noch zu denjenigen einheimischen Holzgewächsen, die in Europa durch die Kultur bis an ihre äussersten klimatischen Grenzen gerückt sind. Die Apfel-, Birn- und Kirschbäume (*Pyrus*, *Prunus*) sind, wie die Buche, im Norden an eine nordöstliche Vegetationslinie gebunden, die nur auf der Strecke von Moskau bis Kasan in eine rein nördliche übergeht[81]). In Norwegen reicht sie bis Drontheim (64°, nur die Kirsche geht bis 66°); von Schweden (61°) senkt sich die Polargrenze der Obstkultur über Narwa (59°) bis Moskau (56°) und von Kasan (56°) noch einmal zur Steppe hinab. Man sieht, dass die Zone der Obstbäume in Skandinavien fast ganz mit der der Eiche zusammenfällt, während sie in Russland, vorausgesetzt, dass die Angaben genau und die klimatischen Grenzen hier überall erreicht sind, wenigstens zwischen Petersburg und Moskau und dann wieder jenseits der Wolga einem verschiedenen Gesetze folgen würde. Vergleicht man ihre Nordostgrenze mit der Nordgrenze der Cerealien, so könnte man geneigt sein, den Satz auszusprechen, dass in dem einen Falle die Mittelwärme der Vegetationszeit, wie wir sie aus den meteorologischen Messungen ableiten, in dem anderen die Wirkung der direkten Sonnenstrahlen das bedeutsame Moment sei. Denn die Getraidefelder stehen unter dem Einfluss der Sonnenwärme, die vom heiteren Himmel auf sie herabstrahlt, oftmals weicht der Ackerbau von nebelreichen Seeküsten zurück: von den Bäumen ist ein grosser Theil der Organe im Schatten verborgen, und diese Gewächse zeigen im vorliegenden Falle eine grössere Abhängigkeit von derjenigen Wärme, welche man am beschatteten Thermometer abliest. Aber schon die

Eichen in Russland und die dem Licht sich entziehenden Fichten würden davon Ausnahmen bilden, ebenso die Obstbäume selbst sich diesem so allgemein ausgedrückten Satze nicht fügen, da sie in gewissen Meridianen eine rein nördliche Vegetationslinie besitzen. Sehen wir, dass derselbe Baum im Westen nordöstlich, im Osten nördlich begrenzt ist, so heisst dies eigentlich nichts Anderes, als dass die solare Wärme, bis zu einem gewissen Grade gesteigert, die Verkürzung der Vegetationszeit zu ersetzen vermöge, oder umgekehrt, dass ihre Abnahme durch verlängertes Wachsthum ausgeglichen werden könne. Man muss sich überhaupt hüten, klimatische Beziehungen, denen vielleicht eine beschränkte Wahrheit nicht abzusprechen ist, in weitem Sinne verallgemeinern zu wollen, nachdem wir schon mehrfach erkannt haben, wie gross die Verschiedenheiten sind, die den einzelnen Bäumen in ihrer physischen Receptivität zukommen.

Auch der Weinstock ist ein Gewächs, welches an seiner Polargrenze der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen zu seinem Gedeihen zu bedürfen scheint und doch in seiner Heimath, im Schatten der Baumkronen, zu denen es emporrankt, von diesem Vortheil völlig ausgeschlossen ist. Wer das Vorkommen der wilden Rebe in den pontischen Küstenländern, in Thracien, Bulgarien und im Banat zu beobachten Gelegenheit hat, kann nicht daran zweifeln, dass die Laubwälder dieses Gebiets der Ausgangspunkt der Weinkultur gewesen sind, gerade so wie die Obstbäume aus den mitteleuropäischen Wäldern abstammen, wo sie noch jetzt als sogenannte Wildlinge vorkommen und namentlich in der russischen Eichenzone allgemeiner verbreitet sind. In ihrer Heimath treten diese Holzgewächse mit solchen ursprünglichen Eigenschaften auf, dass leicht zu erkennen ist, in welchen Richtungen die Veredelung durch die Kultur gewirkt hat. Die Früchte des Wildlings der Obstbäume und die wilden Trauben in den unteren Donauländern und am Pontus sind kleiner und weniger mannigfaltig in der Beschaffenheit des Safts. In ihrem Vorkommen sind sie da, wo sie ungestört blieben, durch Häufigkeit der Individuen und selbständige Fortpflanzung den Waldbäumen ebenbürtig, welche sie begleiten. Die Rebe rankt an ihnen ebenso empor, wie bei uns der Hopfen oder der Epheu. Wenn man an dem Ursprung des Weinstocks aus den Pontusländern gezweifelt hat, so lag der Grund nur darin, dass man die Art des Vorkommens und die gleichartige Beschaffenheit der Beeren in ihrer Heimath nicht genug

beobachtet hat. Klimatisch ist der wilde Weinstock an eine hohe Sommerwärme und an eine lange Dauer der Vegetationszeit gebunden, gegen die Variationen der Wintertemperatur verhält er sich vermöge seiner tief in den Boden dringenden Wurzeln gleichgültig. Als ein Erzeugniss schattiger Wälder steht er nicht unter dem Einfluss der direkten Sonnenstrahlen, der kontinentale Sommer gewährt ihm nur die diffuse Wärme der atmosphärischen Luft. Durch die Kultur ist der Weinstock zwar an höhere Polargrenzen, aber nicht in gleichem Sinne fortgerückt: durch die Kombination der langen Entwickelungsperiode (von 6 bis 7 Monaten) mit beträchtlicher Sommerwärme [von 15—16° R.] [82]) verbreitet sich der Weinbau in Mitteleuropa nach Süden und nach Osten, in nordwestlicher Richtung hört derselbe auf. Die Vegetationslinie geht von der Bretagne (47° 30′) fast geradlinig über Lüttich an den Rhein (50° 45′) und durch Niederhessen (51° 20′) und Thüringen bis Schlesien (51° 55′), sie liegt der natürlichen Polargrenze in den Donauländern parallel. Dass sie in früheren Jahrhunderten einer weiter nordwärts gelegenen Parallele entsprach, die vom südlichen England über Preussen bis zu den russischen Ostseeprovinzen verlief, ist mit Recht darauf bezogen worden, dass man im Mittelalter, als die Kommunikationen des Handels in Europa noch wenig entwickelt waren, sich mit einem Weine begnügte, den man heutzutage verschmäht. Im Süden wird der Weinstock, wie es seine eigentliche Natur ist, häufig an Bäumen gezogen, die ihn beschatten: an der klimatischen Grenze seines Kulturgebiets muss man das Gewächs den Sonnenstrahlen aussetzen, um die nöthige Wärme zuzuführen, namentlich auch die des Septembers (wenigstens 12°), die zur Zuckerbildung in den Beeren am meisten beiträgt. Auf das wechselnde Maass der Wärme sind die zahllosen chemischen Abänderungen vorzugsweise zurückzuführen, welche die Kultur nach und nach ins Leben gerufen hat, und auf deren Beständigkeit das Feuer, das Aroma, die Güte des Weins beruht. Der Boden ist nicht ohne Bedeutung, aber mit dem Klima an Wirksamkeit nicht zu vergleichen. Wie so viel günstiger die Bedingungen für solche Einflüsse werden, je mehr man sich der Heimath des Weinstocks nähert, zeigt die Stellung der ungarischen Weine im Verhältniss zu den deutschen. Wie aber diese Einwirkungen zunächst an die Wärme des Klimas geknüpft sind, erkennen wir, wenn wir die Weine des südlichen Frankreichs mit denen vergleichen, die in der Nähe der Polargrenze des Kulturgebiets erzeugt werden.

Vegetationsformen. Baer hat die Ansicht durchzuführen gesucht [83]), dass die Grösse der Gewächse vom Aequator zum Pol stetig abnehme, aber dieser Satz ist, in einer so allgemeinen Form ausgesprochen, nicht begründet und passt eigentlich nur auf das Uebergangsgebiet von den Wäldern zu den arktischen Gegenden. Nicht die Grösse der Bäume, sondern die Mannigfaltigkeit der Holzgewächse steigert sich mit der Wärme des solaren Klimas. Schon an der Baumgrenze selbst werden die Bäume oft sogleich hochstämmig, und innerhalb der bewaldeten Zonen hat man den höchsten Wuchs nicht unter den Tropen, sondern zwischen den Parallelkreisen 50° und 30° in beiden Hemisphären, und zwar nicht als allgemeinen Charakter dieser Breiten, vielmehr nur als Eigenthümlichkeit einzelner Baumarten angetroffen. In den tropischen Wäldern finden wir eine vollständigere Benutzung des Raums durch Holzgewächse aus verschiedenen, gemischt wachsenden Familien, während das Wachsthum des einzelnen Baums weniger gefördert wird. Es lassen sich vier Hauptformen von Bäumen in der Richtung von der nördlichen Baumgrenze bis zum Aequator unterscheiden, von denen zwei durch alle Breitengrade vertreten, die beiden anderen auf die wärmeren Gegenden eingeschränkt sind. Die ersteren sind die Nadelhölzer und die periodisch belaubten Laubhölzer, die letzteren tragen immergrüne Blätter und zerfallen in dikotyledonische und monokotyledonische Formen. Sämmtlich können sie eine Durchschnittshöhe von 100 Fuss erreichen oder auch überragen, aber nur die Nadelhölzer und die dikotyledonischen Laubhölzer entwickeln aus dem Gipfel ihres Stammes eine verzweigte Krone, an deren Aesten das Laub vertheilt ist. Die monokotyledonischen Bäume vereinigen ihre Blätter zu einer ausgebreiteten, das einfache Holzgerüst abschliessenden Rosette, wo die Grösse des einzelnen Organs die Fülle des dikotyledonischen Laubes ersetzen muss, wie bei den Palmen und dem Pisang. Die klimatischen Bedingungen der Vertheilung dieser Formen aus ihrer Organisation abzuleiten, bieten sich im nördlichen Waldgebiete die Nadel- und Laubhölzer in doppelter Beziehung dar. Zuerst dadurch, dass sie für diese Zone typisch sind, indem unter den Tropen die ersteren entweder ganz fehlen oder in die Gebirge hinaufrücken und nur auf diesen den Aequator (in Sumatra) erreichen, die letzteren die kürzere Vegetationszeit der Savanen aufsuchen. Sodann aber sind sie innerhalb des Waldgebiets selbst in einer regelmässigen Stufenfolge so angeordnet, dass die Laubhölzer bis zur Baumgrenze nur durch

wenige Arten, wie durch die Birke, vertreten sind, und dass man daher fast überall einen nördlichen, im Gebirge einen oberen Gürtel von Nadelhölzern jenseits und oberhalb der Laubwälder selbständig hervortreten sieht. Um in einem grossen Ueberblick diese Vertheilung der Wälder von Lappland bis zum Aequator aufzufassen, darf man sich vorstellen, dass die Zone der nördlichen Baumformen im westlichen Europa bis zum 45. Breitengrade oder noch einige Grade weiter hinabreicht, dass die immergrünen Laubhölzer die südliche Hälfte der Hemisphäre einnehmen, und dass in den Tiefebenen des Nordens die Nadelhölzer diesseits des Ural von der Baumgrenze bis zum 60. Parallelkreise, jenseits bis zu den Steppen (50°) oder bis zum Amurgebiete (53°) vorherrschen.

Dass es klimatische Bedingungen sind, wodurch die Organisation dieser Baumformen beherrscht wird, erkennen wir ebenso sehr aus ihrer physiologischen Lebensgeschichte wie aus ihrer geographischen Anordnung. Für alle Gewächse von unbestimmter Dauer des Wachsthums besteht die Aufgabe, von einer Vegetationsperiode zur folgenden das Leben ungefährdet hinüberzuführen. Dazu bedarf es theils eines Schutzes gegen die klimatischen Nachtheile während des Winterschlafs, theils der Vermittelung zwischen den Bewegungen, welche durch diesen Stillstand unterbrochen sind. Zerstörend wirkt das Klima auf das Gewebe durch die Aenderung der Spannungsverhältnisse, der die Membranen sowohl durch die sinkende Temperatur als durch Mangel an Feuchtigkeit unterworfen sind. In beiden Fällen treten Zerrungen ein, da die organisch verbundenen Gewebtheile weder gleichmässig noch gleichzeitig von den verkürzenden oder ausdehnenden Kräften ergriffen werden, und um so mehr wird ihr Zusammenhang, ihre regelmässige Anordnung gefährdet, je zarter die Membranen sind, je weniger dieselben Widerstand leisten können. Das allgemeinste Mittel, dem Gewebe Schutz zu verleihen, besteht daher in dem Verholzungsprocesse, der die Membranen verdickt, ihre Kohaesion und Elasticität erhöht und dadurch jene Zerreissungen erschwert, die wir in der Gliederung der Blattstiele, in der Oeffnung der Kapseln und Staubbeutel zu bestimmten Zwecken verwendet finden, aber auch bei dem Absterben der zarteren Organe in ihrem regellos verletzenden Wirken vor Augen haben. Der Baumstamm dagegen kann sich im stärksten Frost erhalten und mit dem saftentleerten Gewebe seiner inneren Schichten ohne Verwesung fortbestehen, weil seine Membranen im Holz und in der

Rinde sich zu starren und doch bis zu einem gewissen Grade biegsamen Bildungen verdickt haben. Ebenso werden auch die Blätter immergrün, wenn die Aussenwände ihrer Oberhaut durch feste Ablagerungen hinlänglich inkrustirt sind und nun gleichsam wie eine Hülle von Glas die zarten Gewebe des Inneren beschützen.

Die Bewegungen des Safts und die chemischen und organischen Umbildungen, welche die Vegetationszeit bezeichnen, hören während des Winterschlafs auf, und, wenn man auch zu dieser Zeit eine langsame Strömung des Wassers bei immergrünen Bäumen bemerkt hat, so ist diese Erscheinung doch nicht wesentlich. In dem excessiven Klima Sibiriens wenigstens kann sie nicht stattfinden, wo die Säfte der Nadelhölzer erstarren. Hier hat Middendorff[84]) die Wirkungen des Frostes auf die Bäume beobachtet und dadurch den Beweis gegeben, dass ihr Winterschlaf ein völlig latentes Leben von unbestimmter Dauer bedeute. Zu dieser Zeit ist der Holzkörper, die Membran mit den Säften, zu einer eisenharten Masse zusammengefroren, so dass man sich scheut, beim Fällen eines Stammes die Aexte zu verderben. Dabei leiden die Bäume von der sibirischen Kälte nicht leicht: nur, wenn plötzlich das Thermometer auf 40° unter den Gefrierpunkt fällt, entstehen Frostspalten, und dann vernimmt man im Walde, indem das feste Gewebe zerreisst, heftige Detonationen. Im Frühlinge erwacht das Leben zuerst in den überwinternden Knospen, wenn diese von den Sonnenstrahlen getroffen werden: während die Lufttemperatur noch tief unter dem Frostpunkte steht und das Holz der Wurzeln und Stämme noch gefroren ist, belaubt sich schon die Lärche, es entwickeln sich schon die Kätzchen der strauchartigen Polarweiden und die Blüthen der Alpenrose (*Rhododendron parvifolium*). Die Physiologie hat längst auf anderem Wege durch Versuche dargethan, dass die Saftbewegung nach dem Winterschlaf zuerst in den Knospen der Holzgewächse eingeleitet wird und sich von oben nach unten zu den Wurzeln fortpflanzt, aber Middendorff geht zu weit, wenn er wegen der Wirkungen, welche unmittelbar von der Sonne ausgehen, die Benutzung der meteorologischen Beobachtungen zur Erforschung der Lebensbedingungen verwerfen will, weil sich dieselben auf die diffuse Wärme der Luft beziehen. Diese ist für die beschatteten Gewächse maassgebend, und wenn auch vergleichende Messungen der Sonnenwärme nicht vorhanden, ja nicht einmal mit Schärfe ausführbar sind, so wissen wir doch, dass ihre Intensität nur von der geographischen Breite ab-

hängt und also die Polhöhe für die Entwickelungsphasen der den Sonnenstrahlen ausgesetzten Organe das entscheidende Moment ist. Die Aufgabe nun, die organischen Bewegungen des Frühlings an die des Herbstes anzuknüpfen, ist nicht immer so einfach zu erfüllen als man sich vorstellen könnte, wenn man nur in Betracht zieht, dass das Wiedererwachen des Lebens von einer Steigerung der äusseren Lebensreize abhängt. Sie verwickelt sich dadurch, dass die Organe, welche nicht überwintern konnten, erst wieder ersetzt werden müssen, und dass dadurch ein gewisser Zeitraum verloren geht, der bei einer anderen Einrichtung erspart werden könnte. Auf diesem Unterschiede beruht die klimatische Anordnung der immergrünen Nadelwälder und der Laubwälder mit periodischer Belaubung.

Die Laubhölzer sind, insofern sie nicht die Blätter, sondern nur den Stamm gegen die Winterkälte zu schützen haben, dem nordischen Klima auf eine einfachere Weise angepasst als die Nadelhölzer. Aber abgesehen von einzelnen Ausnahmen bedürfen sie im Allgemeinen einer längeren Wachsthumsperiode, und desshalb erreichen nur wenige die Baumgrenze. Bei ihnen wird das Laub, als ein Gebilde von zarterem Gewebe, weil es der in dasselbe eindringenden Kälte durch Zerrungen erliegen müsste, vor dem Eintritte derselben durch eigenthümliche Processe entfernt. Erst pflegt es sich zu entfärben, dann gliedert sich der Blattstiel und in einem scheinbar noch lebensfähigen Zustande wird es abgeworfen. Die glatten, durch Kork geschützten Narben, die es zurücklässt, schliessen die Organe, welche fähig sind, im Winter fortzubestehen, besser gegen die äusseren Schädlichkeiten ab als wenn es an den Zweigen verwesen müsste. Hiebei entsteht nun der Nachtheil, dass die Reihe der Bildungen, die in jedem Jahre zu wiederholen sind, das vegetative Wachsthum, die Verholzung neu entstandener Gewebe, die Entwickelung der Blüthen und Früchte, durch die Periode der Belaubungszeit erweitert wird, die wiederum Ablagerung von Nahrungsstoffen und Erzeugung von überwinternden Knospen im Herbste voraussetzt. Denn so lange die grünen Organe fehlen, findet keine Ernährung aus der Luft statt, und zur Bildung des neuen Laubes bedarf es, bis dasselbe ausgewachsen ist, eines Vorraths von Stärkemehl und anderer organischer Stoffe, welchen die im vorhergehenden Jahre thätigen Blätter bereiten und im Stamm und in den Knospen anhäufen mussten. Erst wenn der Baum wieder in seinem Frühlingslaube prangt, beginnt er die allgemeine Aufgabe der Pflanzenwelt

aufs Neue zu erfüllen, die unorganischen Grundstoffe des lebendigen Organismus aus der Luft und dem Boden in organische Substanzen umzubilden, die Kohlenhydrate und das Eiweiss herzustellen, welche die materiellen Träger alles Lebens auf der Erde sind. Ferner wurden die neuen Blätter schon im Herbste des vergangenen Jahrs so weit vorgebildet, um geschützt durch ihre Knospenhüllen am Winterschlafe Theil zu nehmen, im Frühlinge um so rascher auswachsen und dadurch die Periode der Belaubung möglichst abkürzen zu können. Ebenso kann auch die Entwickelung der Blüthen auf beide Jahrgänge sich vertheilen, und auch für deren Knospen sind dann besondere Schutzorgane erforderlich. Die Knospenhüllen oder Tegmente bedürfen ebenfalls einer angemessenen Sicherung gegen die Kälte und werden durch Festigkeit des Gewebes, durch Behaarung oder durch Harze, die die Wärme wenig leiten, dem Frost zu widerstehen vorbereitet. Wenn also die allgemeinen Aufgaben der Vegetation und der Fortpflanzung dieselben bleiben, aber ausserdem sowohl die Belaubung im Frühlinge als die Ablagerung der organischen Nahrungsstoffe und die Ausstattung der überwinternden Knospen eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen, muss die Wachsthumsperiode von Bäumen, die ihr Laub verlieren, länger dauern als bei denjenigen, die es bewahren. Dagegen kann auch das umgekehrte Verhältniss eintreten, wenn, wie bei den stetig ihre Früchte reifenden Agrumen, die erforderlichen Leistungen sich steigern und auch in andern Fällen kann dieser Maassstab der Zeit sich ändern, sei es dass die organische Arbeit selbst beschleunigt ist, oder dass, wie wir früher bei der Birke und Lärche gesehen haben, der Eintritt oder das Ende der Wachsthumsperiode an geringere Wärmegrade als bei anderen Bäumen geknüpft sind.

Bei den immergrünen Nadelhölzern tritt nun also allgemein in den Vordergrund der Lebenserscheinungen, dass, da die Periode der Belaubung erspart wird, die Vegetationszeit sich verkürzen kann. Sobald die Wärme des Frühlings auf sie einwirkt, beginnt die Ernährung aus den unorganischen Umgebungen unmittelbar. Allein der Vortheil der Zeitersparung erstreckt sich vielmehr auf den Anfang als auf das Ende der Wachsthumsperiode. Wenn die Nadel der Kiefern drei, die der Tannen sogar zehn Jahre und länger sich thätig erhält [85]), so wird doch wenigstens ein Drittel oder ein Zehntel ihrer Gesammtmasse in jedem Frühlinge gleichzeitig neu gebildet. Die Blattknospen müssen daher, wie bei den Laubhölzern, zum Ueber-

wintern geschickt sein, und ebenso die Blüthenknospen. Die Periodicität dieser Bildungen fordert also ebenfalls Ablagerungen von Stärkemehl im vorausgehenden Jahre, da die Thätigkeit der alten Blattnadeln der rasch verlaufenden Entwickelung der Knospen nicht genügt. In der Frühlingsperiode erwachen bei der Kiefer auch die unterbrochenen Gewebebildungen der verspäteten Samenreife, und in dieser Jahreszeit bestehen demnach die meisten Ansprüche an Vorräthe von Nahrungsstoffen, die, im Herbste aufgespeichert, zum Wachsthum der Organe bereit sind. Die besondere klimatische Stellung der Nadelhölzer lässt sich zunächst nur darauf beziehen, dass neben dem Verbrauch dieser Vorräthe schon der Anfang der Wachsthumsperiode zur Thätigkeit der grünen Organe dienen kann. Um so merkwürdiger ist es, dass dieser Vortheil gerade von der Lärche aufgegeben wird, dem nördlichsten aller Bäume in Sibirien, der aber, wie bereits gezeigt wurde, durch seine Fähigkeit, die Nadeln noch im Frost zu bewahren, eigenthümlich dasteht. Die Erscheinung, dass solchen Vorzügen gemäss die Nadelhölzer die nördliche Baumgrenze bilden und insofern einer Verkürzung der Vegetationsperiode angepasst sind, welche die meisten Laubhölzer nicht ertragen, drängt weiter zu der Frage, weshalb nicht dieselbe geographische Anordnung auch den immergrünen Laubbäumen zukommt, die doch in Beziehung auf die Zeitbenutzung in gleicher Lage sind. Wir werden in der Folge sehen, dass diese ebenso sehr an Klimate von langen Entwickelungsperioden gebunden sind, wie die Nadelhölzer sich gegen die Dauer der Vegetationszeit gleichgültig verhalten. Läge hierin vielleicht ein Fingerzeig, dass in diesem Falle doch nur specifische Eigenthümlichkeiten zu Grunde liegen, und dass die organischen Schöpfungen zwar nach systematischen Typen an die Scholle gebunden sind, nicht aber nach der Gestaltung der vegetativen Organe, die sich bei den verschiedensten Organisationen wiederholen könnten, und die die Natur den veränderten klimatischen Bedingungen anzupassen wohl im Stande wäre? Voreilig würde es sein, dies zu bejahen, da sich doch nicht verkennen lässt, dass die Nadelhölzer von der Form der immergrünen Laubbäume in mehrfacher Beziehung abweichen. Nur die starke Oberhaut ist ihren Blättern gemeinsam: durch die linienförmige Gestalt der Blattnadel und durch die Einfachheit ihres centralen Gefässbündels sind die Nadelhölzer weit geneigter, der Kälte Widerstand zu leisten, weil hier die Zerrung des Gewebes nach dem Längsdurchmesser erfolgt, wogegen

das Laubblatt nach zwei Dimensionen, dessen Adernetz in allen Richtungen seiner Ebene Verkürzungen zulässt. Es fehlen dieser südlichen Baumform ferner die festen Tegmente der überwinternden Knospen, die bei den Nadelhölzern und bei den immergrünen Laubsträuchern des hohen Nordens vorhanden sind. Da diese Organe bei den arktischen Ericeen und bei den hochnordischen Pappeln durch Harz gegen Nachtheile des Klimas geschützt werden, so ist es denkbar, dass dasselbe Secret auch in der Nadel der Coniferen ähnliche Dienste leistet. Endlich besitzen die Nadelhölzer in dem Gesetze ihres Holzwachsthums ein Mittel, die Vegetationsperiode zu verkürzen, indem die Dicke der Jahresringe, also die Masse des in einem gegebenen Zeitraume gebildeten Holzes, in der Richtung gegen ihre Polargrenze regelmässig abnimmt. Middendorff fand bei seinem Vordringen in die nördlichen Gegenden von Sibirien, dass die Baumstämme allmälig immer dünner wurden, ohne dass die Höhe ihres Wuchses sich verringerte [86]). Nach vergleichenden Messungen an der Lärche waren die Holzringe in südlicheren Gegenden 3—5, innerhalb des Polarkreises weniger als 2 Millimeter dick. Aehnliche Schwankungen hängen indessen auch von anderen Umständen, von dem Standorte, von der Ungleichheit der Witterung in verschiedenen Jahren ab, sie sind als eine Wirkung mangelhafter Ernährung anzusehen. An der Baumgrenze selbst kommt in Sibirien bei mehreren Arten auch eine Verkürzung des Stamms, eine Bildung von Zwergbäumen vor, z. B. bei der Arve (oder Zirbelkiefer: *Pinus Cembra*), aber die Abnahme der Stammdicke tritt allmäliger ein, sie ist viel allgemeiner und nicht bloss darauf zurückzuführen, dass die Bäume in der Ungunst des Klimas leichter zu Grunde gehen und die Bestände daher durchschnittlich ein jüngeres Alter zeigen. Middendorff, der diese Ansichten ausspricht, scheint zugleich anzunehmen, dass dasselbe Verhältniss für alle Bäume, nicht bloss für die Coniferen, gelte; allein die dänische Buche beweist durch die Pracht ihres Wachsthums, dass auch in der Nähe seiner klimatischen Grenze ein Baum die grössten Dimensionen in beiden Richtungen bewahren kann.

Ungeachtet der den Nadelhölzern eigenen Vorzüge, wodurch sie den kürzesten Vegetationsperioden, welche das Baumleben erträgt, angepasst erscheinen, bleibt doch das Problem, weshalb die immergrünen Laubwälder dem nördlichen Gebiete fehlen, nicht hinreichend aufgeklärt. Warum sollten nicht auch bei ihnen feste

Knospenhüllen und andere Einrichtungen der Organisation möglich sein, die doch selbst die arktische Flora bei ihren immergrünen Sträuchern zulässt? Vielleicht könnte man dabei stehen bleiben, dass die Strenge des Winters und die Schwankungen der Temperatur, welche in den höheren Breiten den Uebergang der Jahreszeiten zu begleiten pflegen, von niedrigen Sträuchern, die bis zum Sommer von Schneelagen geschützt sind, leichter ertragen werden als von Bäumen, deren breite Blattflächen der kalten Luft ausgesetzt sind und die, wenn ihr Saft sich wieder regt, noch den Spätfrösten des Frühlings oder, ehe die Winterruhe eingetreten, der Ungunst des Herbstes widerstehen müssten. Ob hiedurch die Frage schon erschöpft sei, kann erst später, wenn sie uns im Mittelmeergebiete aufs Neue begegnet, erörtert werden. In dieser einleitenden Uebersicht der Baumformen genüge es, die Thatsache auszusprechen, dass die immergrünen Laubhölzer erst da auftreten, wo die Unterbrechungen der Vegetationsperiode nicht mehr bloss auf der Winterkälte, sondern auch auf trockenen Jahreszeiten beruhen. Diese beginnen aber in denjenigen Breiten, wo die Winter milde werden, und hier finden wir die Nordgrenze der Lorbeer- und Olivenform. Wo sie ausnahmsweise das Bereich des trockenen Sommers überschreiten, sind es Arten von langer Vegetationszeit, die schon deshalb dem Norden fremd bleiben müssen. Die Gefährdung, welche das Blatt durch Verdunstung bei mangelndem Wasserzufluss aus dem Boden erleidet, wird am einfachsten durch die verstärkte Inkrustation seiner Oberhaut beseitigt. Ehe diese vollendet ist, sind die Temperaturschwankungen am nachtheiligsten, und auch deshalb suchen die immergrünen Laubhölzer die Gegenden des milden Winters auf. Noch empfindlicher gegen die Kälte sind endlich die monokotyledonischen Bäume, weil der Verlust der Gipfelknospe den Untergang des einfachen Stammes zur Folge hat. Nur die Bambusenform, welche durch ihre Seitenknospen sich von den übrigen Formen unterscheidet, erträgt in einem einzelnen Falle den Winter der kurilischen Inseln (46° N.B.). Die monokotyledonischen Bäume haben ihre eigene Oekonomie, die sich am meisten in dem ersparten Holzwachsthum ausspricht. Wenn Nägeli [87]) meinte, dass die Holzbildung der dikotyledonischen Bäume »als eine arge Verschwendung erscheine«, so ist zu erinnern, dass die während einer unbestimmten Zeit beständig fortdauernde Vergrösserung der Baumkrone eine stetig wachsende Last ist, welche eine entsprechende Stütze fordert. Der

durch Krankheit und Alter hohl werdende Baum leistet wenig mehr, sich den Sturmwinden gegenüber zu erhalten. In dem gesunden Organismus ist stetiges Dickenwachsthum der Säule, welche die Krone zu tragen hat, nothwendig, wogegen die Laubrosette der Palme eine frühzeitig in ihrem Gewicht abgeschlossene Grösse ist, deren Stütze sich zwar verlängert, aber den einmal erlangten Querdurchmesser nicht weiter mehr verändert.

An einzelnen Vertretern der Nadel- und Laubholzformen stehen die Wälder des östlichen Kontinents dem westlichen und vielen anderen Florengebieten nach. Und doch hat mit den einfachsten Mitteln die Natur über unsere Länder einen grossen Schmuck ausgebreitet. Unsere Bäume gehören zu den schönsten der Erde, jeder hat sein eigenes, bedeutendes Gepräge, und die Kunst schöpft ohne Unterlass aus diesen unversieglichen Quellen, wo individuelle Gestaltung und Gruppirung die Mannigfaltigkeit der Organisation so reichhaltig ersetzen. Von Nadelholzbäumen zählte ich nur elf sicher umgrenzte Arten [88]), unter denen mehrere nur örtliche Erscheinungen sind, und die übrigen grösstentheils schon in dem ersten Abschnitt nach ihren klimatischen Bedingungen gewürdigt wurden. Aber es bleibt übrig, Einzelnes hinzuzufügen und auch andere Seiten ihrer geographischen Anordnung in Betracht zu ziehen. Ausser dem Taxus, der dem Buchenklima entspricht, gehören diese Coniferen sämmtlich zu der Gattung Pinus nach deren ursprünglicher Umgrenzung. Ueber die Kiefern, die immergrünen Pinus-Arten mit zwei oder mehreren Nadeln in derselben Scheide, herrscht noch einige systematische Unsicherheit, aber nicht über die beiden Arten, denen eine grössere geographische Wichtigkeit zukommt (*P. sylvestris* und *Cembra*). Die drei Tannen, bei denen die Nadeln einzeln, aber gedrängt stehen, sind leicht von einander zu unterscheiden: die Fichte trägt hängende Zapfen, bei den beiden Edeltannen stehen dieselben aufrecht, und an der Unterseite ihrer Nadeln verläuft ein weisslicher Längsstreifen, die europäische hat aus dem Zapfen hervorragende, die sibirische versteckte Deckblätter. Die Lärche zeichnet sich durch ihre gehäuften Nadeln aus, die im Winter abfallen. Von diesen Coniferen bilden die Kiefer und die Fichte die ausgedehntesten Waldbestände. Da ihr Wohngebiet häufig zusammenfällt, kann man leicht erkennen, in wiefern ihr Vorkommen von Bodeneinflüssen abhängt. In Westeuropa ist die Kiefer das Nadelholz der Ebene, die Fichte ist der herrschende Gebirgsbaum, und selbst geringe Höhen-

unterschiede begründen zuweilen diese Anordnung, wie auf den Hügelwellen der Lüneburger Haide. Im nördlichen Russland[89], wo nur die Sümpfe den Wald unterbrechen, ist umgekehrt die thonreiche Niederung des alten rothen Sandsteins von Fichtenwäldern, das sandige Hügelland des Diluviums von der Kiefer bedeckt, die aber ebenfalls das Wasser nicht scheut, wenn sie nur lockeren Boden findet. In den Alpen sieht man die Kiefer bei Weitem nicht so hoch ansteigen wie die Fichte, während sie auf den Fjelden des südlichen Norwegens bis zu gleichem Niveau vorkommt[90] und in Lappland, wo sie an ihrer Polargrenze (70°) zuweilen noch 60 Fuss hoch ist, beinahe bis zum äussersten Saume der Wälder reicht, von dem die Fichte in einem grösseren Abstande (67°, lokal 69°) zurückbleibt. In Sibirien wiederum, wo sie bis in das Amurgebiet sehr verbreitet ist und oft mit den Tannen und anderen Bäumen gemischt wächst, findet sie sich nicht einmal bis zum Polarkreise[91]. Alle diese so grossen und verschiedenartigen Ungleichheiten des Vorkommens lassen sich fast ohne Ausnahme auf zwei Forderungen ihrer Organisation zurückführen, auf die tiefe Pfahlwurzel, mit welcher die Kiefer in den Boden eindringt, und auf das grössere Lichtbedürfniss ihrer weitläuftig geordneten Nadeln. Merkwürdig sind die Unterschiede ihres Wachsthums: die Höhe kann 120 Fuss betragen oder zu verkrüppelter Form herabsinken, je nachdem die Erdkrume fester oder lockerer ist und die Feuchtigkeit aufspart oder in den Untergrund entlässt. Desshalb flieht sie auch das Gebirge, wenn die Gesteine mit einer zu flachen Erdkrume bedeckt sind. Die Fichte verhält sich in ihren Ansprüchen an den Boden und an die Beleuchtung entgegengesetzt. In ihren geschlossenen Beständen erzeugt sie den tiefsten Schatten, und man erstaunt, wie sie an den steilen Felsgestaden der norwegischen Fjorde auf dem kleinsten Absatz mit ihren flachen Wurzeln sich zu befestigen vermag und doch dabei zu der Grösse der höchsten Mastbäume sich erhebt, wenn der Boden ihr nur Feuchtigkeit genug spendet. Aus den äusseren Lebensbedingungen ist es indessen nicht zu erklären, dass die Kiefer im Tieflande Ungarns fehlt, wo sie den passendsten Boden finden würde und gewiss auch nicht durch klimatische Ursachen ausgeschlossen wird. Von Galizien aus verbreitet sie sich nur bis zum Fuss der Central-Karpaten[92], und in Siebenbürgen hat sie nur die obere Waldregion an einzelnen Orten erreicht. Da Ungarn fast vollständig von dem Kranze der Karpaten umschlossen wird, so wird die Erscheinung als eine unvoll-

endete Wanderung zu betrachten sein, indem der Baum die Höhen des Gebirgs von auswärts nicht zu überschreiten und daher in das innere Tiefland nicht einzudringen vermochte. Klimatisch verglichen scheint die Fichte von der Kiefer durch die kürzere Vegetationszeit sich zu unterscheiden, und rückt daher auf den Pyrenäen, an deren Fuss dieselbe am längsten währt, höher in das Gebirge als auf den Alpen. Da aber ihre Polargrenze von Skandinavien bis zum Jenisei, wenn wir nämlich die sibirische Fichte als eine blosse Spielart auffassen, überall fast unter gleicher Breite liegt, so verhält sie sich ungeachtet ihres Schattenbedürfnisses wie ein Gewächs des solaren Klimas [Lappland und Kanin 67°, Petschora 68°, Jenisei 67°] [93]. Umgekehrt ist die Lärche ein Baum, der das Licht sucht, wie die milde Helligkeit ihrer Wälder andeutet, und gerade sie wächst nicht in Skandinavien, nicht im Meridian der Alpen, sondern im Nordosten, zwischen dem weissen Meere und dem Ural. Diese nordischen Lärchen, die wir als sibirische Spielarten betrachtet haben, sind von der europäischen Form, die in der Schweiz die oberste Waldregion bewohnt, durch die ganze Tiefebene Russlands von Wjätka bis zu den Karpaten getrennt, und hiemit stimmt die Verbreitung der Cembra-Kiefer oder Arve überein, nur dass diese in Sibirien nicht so weit nach Norden reicht (68°) und diesseits des Ural südwestwärts bis Wologda und Perm gefunden wird. Dieser Baum ist durch fünf in derselben Scheide vereinigte Nadeln und durch essbare Samen kenntlich, derselbe scheint an eine kurze Wachsthumsperiode gebunden zu sein und beschattet den Boden tiefer als die Lärche. Die beiden Edeltannen gleichen sich im Wuchse nicht: die europäische ist ein prächtiger Baum mit weit ausgebreiteter, dunkel schattender Krone und von bedeutender Stammdicke; die Pichta hat die Pyramidalform der lombardischen Pappel [94], ihre kurzen Zweige geben ihr das magerste Ansehen. Keinen edleren Baumschmuck hat der Schwarzwald, als wo die alten Edeltannen, mit Fichten gemischt, die feuchten Gehänge der gegen den Rhein sich öffnenden Thäler bewalden, sobald nur die Erdkrume tief genug ist, ihre Pfahlwurzel aufzunehmen. Die Pichtatanne gleicht ihr nur in dem Feuchtigkeitsbedürfniss, sie bewohnt das aufgeschwemmte Uferland der sibirischen Ströme.

Die Anzahl der laubtragenden Bäume ist zwar sechsfach grösser als die der Nadelhölzer (ich zähle, abgesehen von der Weidenform, 67 Arten), aber die meisten sind nur Begleiter der zusammenhän-

genden, einförmigen Buchen-, Eichen- und Birkenwälder, und fast die Hälfte beschränkt sich auf einzelne Abschnitte der Grenzgebiete, in welche sie zum Theil nur spärlich von auswärts eintreten. Zur übersichtlichen Darstellung habe ich zwei Verzeichnisse entworfen, von denen das eine die hochstämmigen Laubhölzer nach den Baumformen, das andere sie nach ihrer geographischen Verbreitung ordnet. Legen wir Humboldt's Auffassung zu Grunde, der die dikotyledonischen Laubhölzer nach der physiognomisch bedeutenden Gestaltung des Blatts eintheilt, so haben wir unter den Bäumen mit biegsamem und periodischem Laube überhaupt nur vier Formen zu unterscheiden, deren Typus durch die Buchen, Linden, Eschen und Weiden bezeichnet werden kann. Dieser Eintheilung entspricht, was man in der Landschaftsmalerei den Baumschlag zu nennen pflegt. Der Buchenform ist ein breites, elliptisches oder längliches, der Linde ein abgerundetes Blatt eigen: vom Blattstiele aus tritt in das erstere ein einziges Gefässbündel, die Mittelrippe, ein, in das letztere eine Mehrzahl von solchen Rippen, die sich divergirend in der Fläche ausbreiten; die Esche sodann hat gefiedertes Laub, bei welchem an denselben Blattstiel eine Anzahl von paarweise geordneten, abgesonderten Flächen oder Blättchen sich anfügt, und die Weide trägt einfache, schmale, vorzüglich im Längsdurchmesser entwickelte Blätter. Zu den drei ersteren Formen werden nur wirklich hochstämmige Bäume gerechnet; unter der Weidenform, die schon Humboldt so benannte, ist es wegen der häufigen Uebergänge und der übereinstimmenden Bedingungen des Vorkommens zweckmässig, die baum- und strauchartigen nicht von einander zu trennen. Der Lindenform entspricht bei Humboldt, der von der Physiognomie der Tropen ausging, seine Malvaceen- und Bombaceenform, der Esche die Mimose, oder, wenn man diese wegen der zarten Theilungen des Blatts auch abgesondert aufführt, die tropische Tamarinde. Uebrigens ist die Unterscheidung des Buchen-, Eichen- und Eschenlaubes nur von Interesse für die Physiognomie und die individuelle Gestaltung des Baumschlags, für die geographische Anordnung der Laubhölzer ist sie bedeutungslos, obgleich die mannigfaltige Beleuchtung des Walddunkels innig mit den Blattgestalten zusammenhängt. Zu der Buchenform (25 Arten) zähle ich ausser der Buche selbst die Kastanie, die Hainbuche (*Carpinus*), 5 Eichen, 3 Ulmen, die Syringa, 2 Ebereschen (*Sorbus*) und 11 wilde Obstbäume (*Prunus*, *Pyrus*); zu der Lindenform (29 Arten) gehören 6 Linden, 9 Ahorne (*Acer*), eine

Eberesche, 5 Pappeln (*Populus*), ein Nussbaum (*Corylus*), 5 Birken und 2 Erlen (*Alnus*); die Eschenform endlich (13 Arten) ist vertreten durch 2 Eschen (*Fraxinus*), den Fliederbaum (*Sambucus*), eine Staphylea, 4 Ebereschen und im Amurgebiet durch 2 Wallnussbäume (*Juglans*), so wie einzelne Vertreter der Rutaceen (*Phellodendron*), der Leguminosen (*Cladastris*) und der Araliaceen (*Aralia*).

Die unermessliche Ebene, welche vom atlantischen bis zum stillen Meere durch Europa und Nordasien sich fast ununterbrochen ausdehnt, begünstigt die Wanderung der kräftigeren Organismen in so hohem Grade, dass sie daselbst leicht ihre klimatischen Grenzen erreichen können, während der ursprüngliche Ausgangspunkt der einzelnen Arten sich in den meisten Fällen nicht mehr ermitteln lässt. Dieses Verhältniss giebt den Vegetationslinien der Bäume eine erhöhte Bedeutung und ist für die geographische Anordnung der Laubhölzer ebenso, wie für die Coniferen, im Allgemeinen maassgebend. Allein wie wir in den Karpaten ein mechanisches Hinderniss erblickten, welches dem Eindringen der Kiefer nach Ungarn entgegensteht, so ist es der Ural, der als ein Meridiangebirge in ähnlicher Weise auf die Laubhölzer des Seeklimas einzuwirken scheint. Indessen sind die Beobachtungen darüber bis jetzt nicht entscheidend. Middendorff[95] bemerkt, dass fast alle Laubhölzer, welche die europäischen Buchen- und Eichenzonen bewohnen, am Ural ihre Grenze finden: namentlich führt er ausser der Eiche und den Obstbäumen die Ahorne und die Ulmen, die Esche und die schwarze Erle an; ferner findet sich die Linde in Westsibirien zu einem Strauche verkümmert, der nach seiner Meinung von versuchten Anpflanzungen übrig blieb, die keinen Erfolg hatten. Diese Erfahrung würde den Beweis zu enthalten scheinen, dass der Ural nicht durch das mechanische Hinderniss seiner Erhebung, sondern als klimatischer Wendepunkt auch die übrigen Laubhölzer zurückhalte, so wie ja gerade in diesem Meridian die Einflüsse des europäischen Seeklimas aufhören. Auf der anderen Seite ist es indessen nicht wahrscheinlich, dass die östliche Vegetationslinie einer so beträchtlichen Anzahl von Bäumen eine und dieselbe sein sollte, und wenn die sibirischen Nadelhölzer den Ural überschreiten, so könnte man dies daraus erklären, dass, weil die Region der Coniferen höher liegt als die des Laubwaldes, die ersteren leichter über die Pässe gelangen können als die Bestandtheile des letzteren. Es wäre, um diese Frage zu entscheiden, erforderlich, wie mit der Linde es geschah, so auch von den übrigen

Laubhölzern die Einführung in Sibirien zu versuchen. Da fast nur die Birke, die weisse Erle, die Traubenkirsche, die Eberesche und die Pappeln beiden Gebirgsseiten gemeinsam sind, da ferner die meisten dieser Bäume in Sibirien selten vorzukommen scheinen, und auch die Birke, der häufigste unter ihnen, nur in gewissen Gegenden, vielleicht erst in neuerer Zeit die Nadelhölzer zu verdrängen anfängt, so muss man den Laubwald allgemein auf zwei, durch den sibirischen Nadelwald getrennte Hauptzonen beschränkt sich vorstellen, auf die mitteleuropäische und auf das Amurgebiet. Denn gerade wie der Ural den europäischen Laubwald im Osten begrenzt, so die Chingan-Stanowoikette die des Amur im Nordwesten. Da aber dieses Gebirge von Thälern durchbrochen wird, welche die Zuflüsse des Stroms aufnehmen, dessen Quellen näher am Baikal liegen, so ist der Austausch von der einen Gebirgsseite zur anderen nicht, wie beim Ural, abgeschnitten und so kennen wir auch bereits zwei Laubhölzer, welche von Daurien aus den Amur abwärts begleiten (*Betula davurica* und *Pyrus baccata*). Die Bäume können hier leichter ihre wirkliche klimatische Grenze erreichen als am Ural.

Vergleichen wir nun die Verbreitung der einzelnen Laubhölzer mit den klimatischen Zonen, in welche das ganze Waldgebiet eingetheilt wurde, so lassen sie sich zwar denselben im Allgemeinen leicht einordnen, aber die meisten bewohnen zwei oder mehrere zugleich. Aus dem geographischen Verzeichniss entnehme ich die folgende Uebersicht, an welche sich Bemerkungen über einzelne Bäume anschliessen. Durch alle sieben Zonen nachgewiesen sind nur zwei Laubhölzer, die Traubenkirsche (*Prunus Padus*) und die Eberesche (*Sorbus aucuparia*): sie verhalten sich also ähnlich wie die Kiefer. Fast ebenso weit, aber in Kamtschatka noch nicht beobachtet, sind die drei einheimischen Pappeln verbreitet, von denen die Espe (*Populus tremula*) noch im Amurgebiete vorkommt, die Schwarz- und Weisspappel (*P. nigra* und *alba*) wenigstens bis zum Altai angegeben werden. Die nordische Birke [*Betula alba L.*] [96], die wegen der längeren Erhaltung ihrer weissgefärbten Rindenlamellenden Namen der Weissbirke allein verdient, ist ebenfalls ein Baum, dessen Wohngebiet die ganze Breite des alten Kontinents von Skandinavien bis Kamtschatka und zum Amur umfasst. Aber in Europa erhebt sich diese Art diesseits der Ostsee allmälig in die Gebirgsregionen oder geht auf dem kälteren Sumpfboden in Strauchformen über (*B. alba var. pubescens Ehrh.*). In den Ebenen Russ-

lands hat sie Blasius[97] auf die nördlich vom Waldai (58°) gelegenen Gegenden fast ganz beschränkt gefunden, hier erreicht sie ihre Südgrenze auf der Wasserscheide der nördlichen und südlichen Ströme, sie entspricht also der Zone der Nadelhölzer und wird in der der Eiche durch die deutsche Birke vertreten. Die weisse Erle (*Alnus incana*) hat fast ganz dieselbe Verbreitung, auch sie findet sich bis zum Amur und bis Kamtschatka, dringt aber nicht so weit in das westliche Buchenklima ein. Diese sieben Laubhölzer nun sind es fast allein, welche die Zone der Nadelwälder in Sibirien aufnimmt, nur in die südlichsten Gegenden vom Altai bis Daurien treten noch einige andere ein, bis zuletzt am Amur die Physiognomie der Landschaft sich vollständig ändert.

Eine grössere Reihe europäischer Laubhölzer entspricht dem Buchenklima und der russischen Eichenzone zugleich. Ich zähle aus dieser Gruppe 14 Arten. Ausser denen, welche Middendorff durch den Ural begrenzt fand, gehört dahin auch die deutsche Birke (*Betula verrucosa*), welcher Ehrhart wegen ihrer im Alter aufgerissenen Rinde den passendsten Namen gab. An die übrigen, welche vorher schon erwähnt wurden, knüpfe ich nur noch einzelne Bemerkungen. Die Eiche mit gestielten Eicheln (*Quercus pedunculata*) und die Winterlinde (*Tilia parvifolia*) schliessen den Bezirk ihrer Nebenarten, der Trauben-Eiche (*Q. Robur*) und der Sommerlinde (*T. grandifolia*), in sich ein und gehen weit über deren Grenzen hinaus. Dies ist ein Verhältniss, welches sich häufig bei nahe verwandten Arten wiederholt und das sich nach Darwin's Lehre zwar leicht erklären, aber ebenso wohl auch mit der Vorstellung vereinigen lässt, dass von einem Vegetationscentrum zwei ähnliche Organisationen von ungleicher klimatischer Sphäre ausgingen, von denen daher die eine sich über einen grösseren Raum ausbreiten konnte als die andere. Die Polargrenze der Winterlinde stimmt mit der der Eiche nicht ganz überein. An der norwegischen Küste (62°) bleibt sie hinter der letzteren zurück, und da in Russland an der Dwina (62°) das Gegentheil stattfindet, so hält sie sich mehr an eine bestimmte Polhöhe als die Eiche, ohne dass selbst die Erwärmung durch den Golfstrom auf ihr Fortkommen einzuwirken scheint. Dies hat jedoch wohl nur örtliche Ursachen, da sie sogar an der Ostküste Schwedens (63°) weiter nach Norden geht als die Eiche. Die drei Ahornbäume, welche in einem grossen Theile Mitteleuropas einheimisch sind (*Acer campestre*, *platanoides* und *pseudoplatanus*), erreichen die Polargrenze

der Eiche nicht, sondern bleiben in verschiedenem Abstande hinter derselben zurück. Die Esche (*Fraxinus excelsior*) tritt selten in grösseren Beständen auf, aber der Westseite der norwegischen Fjelde (60—61°), wo die Nadelhölzer zurücktreten, verleiht sie den freundlichen Schmuck des Laubwaldes: der feuchte Sommer von Bergens Stift ist ihr günstig und noch mehr das Ausbleiben der Herbstfröste, weshalb ihr Vorkommen in Russland in östlicher Richtung sich vereinzelt. Noch sporadischer treten die drei europäischen Ulmen auf (*Ulmus campestris*, *montana* und *effusa*), die in einzelnen Stämmen dem Laubwalde beigemischt zu sein pflegen, aber wegen ihrer Aehnlichkeit in den meisten Gegenden nicht unterschieden werden. Die schwarze Erle (*Alnus glutinosa*) ist an die Nachbarschaft des fliessenden Wassers gebunden und bildet insofern einen Uebergang zur Weidenform. Von den wilden Obstbäumen gehören endlich in diese Gruppe die süsse Kirsche (*Prunus avium*), der Apfel- und der Birnbaum (*Pyrus malus* und *communis*): keiner derselben geht so weit nach Nordosten wie die Eiche, und wiewohl der Apfelbaum, der härteste von ihnen, in Norwegen bis zu deren Polargrenze fortkommt, erträgt er in Russland nicht einmal das Klima von Petersburg. — Eigenthümliche Bäume besitzt die russische Eichenzone nicht, aber, wie früher schon bemerkt wurde, nimmt sie zu den mitteleuropäischen Laubhölzern noch den Ahornbaum der unteren Donauländer (*Acer tataricum*) auf, der in dieser Richtung die Zone der Cerris-Eiche überschreitet.

Sieben Arten von laubtragenden Bäumen entsprechen mehr oder weniger genau dem ganzen Umfange des Buchenklimas, ausser der Buche selbst (*Fagus sylvatica*) die Hainbuche (*Carpinus Betulus*), die Traubeneiche (*Quercus Robur*), der Fliederbaum (*Sambucus nigra*), die Sommerlinde (*Tilia grandifolia*) und zwei Ebereschen (*Sorbus Aria* und *torminalis*). Unter diesen Laubhölzern weicht der Fliederbaum am meisten von der Buche ab, der an der Küste Norwegens sogar noch über die Eiche hinaus nach Norden geht (bis 64°), ohne dass derselbe sich in Russland jenseits der Buchengrenze in wildem Zustande finden soll. — Eigenthümlich ist den südlichen Landschaften Skandinaviens eine Art von Ebereschen, welche von dort aus die Ostsee bis zu den deutschen und finnischen Küsten überschritten hat (*Sorbus intermedia Pers. Syn. S. scandica Fr.*). Ferner bewohnen 13 Laubhölzer einzelne Abschnitte des Buchenklimas, südlichere, meist aus den Gebirgen des Mittelmeergebiets stammende

Formen, welche von auswärts in das Gebiet eintreten. An die Kastanie (*Castanea vesca*) reiht sich ein Ahorn, der aber hier gewöhnlich strauchartig bleibt (*Acer monspessulanum*), an die Zone der Edeltanne ein anderer Ahorn (*A. opulifolium*), zwei sporadisch vorkommende Ebereschen (*Sorbus domestica* und *hybrida*) und die Staphylea (*S. pinnata*): beiden Zonen gemeinsam ist die südeuropäische, behaarte Eiche (*Quercus pubescens*). Die übrigen rücken bis zu verschiedenen Punkten an der unteren Donau aufwärts, am weitesten die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*), dann die Silberlinde (*Tilia argentea*), die Syringa (*Syringa vulgaris*), bis zum Banat eine zweite Linde des Orients (*T. rubra*) und ein Nussbaum (*Corylus Colurna*); die saure Kirsche (*Prunus Cerasus*) ist nur in Bosnien und Illyrien einheimisch gefunden worden.

Diesen Bestandtheilen des mitteleuropäischen Laubwaldes steht endlich die Gruppe von Bäumen gegenüber, welche das südliche und östliche Sibirien bewohnen (24 Arten): zuerst tritt am Altai eine eigenthümliche Pappel auf (*P. laurifolia*), jenseits des Baikal folgt die sibirische Aprikose (*Prunus sibirica*); dann schliessen sich die Laubhölzer des Amurgebiets mit ihren Vorposten in Daurien an (bis jetzt 19 Arten): ausser den schon genannten 5 Vertretern der Eschenform und der mongolischen Eiche noch 3 Amygdaleen (*Prunus*), eine Pyree (*Pyrus baccata*), 4 Ahorne (*Acer*), 2 Linden (*Tilia*), eine Esche (*Fraxinus*) und 2 Birken (*Betula davurica* und die japanische *B. ulmifolia*). Zuletzt sind aus der Flora von Kamtschatka bis jetzt drei Bäume als eigenthümlich bekannt geworden: ausser der dortigen Birke (*B. Ermani*) eine Pappel (*Populus suaveolens*) und eine Eberesche (*Sorbus sambucifolia*).

Wenn das periodische Laub der Buche und anderer Laubhölzer an stammlose Sträucher übergeht, so entsteht die Rhamnusform, die durch ein breiteres, übrigens mannigfach gestaltetes Blatt sich von der Physiognomie der Weide unterscheiden lässt. Solche Sträucher bilden gewöhnlich das Unterholz der Laubwälder und treten nur selten als selbständige Formationen auf, wie die Erlen- und Birkengebüsche des nördlichen Deutschlands und Russlands. Die Bestandtheile des Unterholzes sind mannigfaltiger als die Bäume, die sie beschatten, aber die dichter geschlossenen Bestände des Nadelwaldes lassen weniger Holzgewächse aufkommen als die lichteren Laubhölzer, oft schliessen sie überhaupt alles Fremdartige aus, bis auf die Pilze des Herbstes. Die allgemeiner verbreiteten Vertreter der

Rhamnusform gehören zu einigen zwanzig Gattungen und vertheilen sich unter etwa zwölf Familien. Doch um uns nicht in topographische Einzelnheiten zu verlieren, die wenig zur Physiognomie der Waldlandschaft beitragen, mögen einige Beispiele klimatischer Einwirkungen auf ihre Verbreitung genügen. Dass auch hier, wie in der arktischen Flora, mit abnehmender Wärme die holzigen Zweige sich verkürzen und die Grösse des Blatts sich mindert, lehrt die Strauchbekleidung des kälteren Sumpfbodens, sowie der oberen Gebirgsgehänge, wo die alpinen Formen in der Nähe der Baumgrenze in die Wälder einzutreten pflegen. Die Zwergbirken (*Betula nana*), die auf den alpinen Fjelden Norwegens fast das einzige Brennholz liefern, finden sich in Gesellschaft einer anderen Strauchbirke (*B. fruticosa*) in den sumpfigen Ebenen wieder, welche den nordrussischen Nadelwald unterbrechen, und in beiden Fällen ist das Gesträuch niedrig und die Blätter sind kleiner als bei der Weissbirke. Den kleinblättrigen Gagelstrauch (*Myrica Gale*) treffen wir ebenfalls im Torfmoor, in den westlichen Gegenden der baltischen Ebene. Ferner geht in dem wärmeren Klima der Laubwälder die Rhamnusform häufiger in Dornsträucher über als im Norden und im Binnenlande: bekannte Beispiele davon sind der Weissdorn (*Crataegus*) und andere Rosaceen (*Prunus*, *Rubus*, *Rosa*), diesen entsprechen in Ostsibirien die Araliaceen des Amurgebiets (*Aralia*, *Eleutherococcus*). Artenreichere, unbewaffnete Gattungen bezeichnen ein kontinentaleres Klima, Cytisus in Ungarn, Spiraea in Sibirien. Merkwürdiger ist die Zunahme der Beeren tragenden Sträucher in der nordischen Zone der Nadelhölzer, nicht sowohl an Mannigfaltigkeit der Arten, als wegen des geselligen Wachsthums der Individuen. Auch diese Sträucher tragen meist kleine Blätter, wie die Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus* und *uliginosum*), einige gehören zur Myrten- oder Erikenform, zu jener die Preisselbeere (*V. Vitis idaea*), zu dieser die Rauschbeere (*Empetrum nigrum*). Ihre Häufigkeit ist ebenso charakteristisch für die Wälder Skandinaviens, wie sie in Kamtschatka von den Reisenden nicht unbemerkt blieb. Es scheint, dass, je länger der Winter wird, der Erhaltung des Thierlebens auch eine grössere Produktion von solchen vegetabilischen Nahrungsstoffen dient, die unter der Schneedecke frisch und geniessbar bleiben, und was im arktischen Gebiete hierüber bemerkt wurde, gilt in noch höherem Grade von den Wäldern des hohen Nordens. In diese, wie in die Vorberge der Alpen, ziehen die überwinternden Thiere sich gern

zurück, wenn sie jenseits der Baumgrenze nicht mehr Nahrung genug finden. Eine klimatische Bedeutung hat endlich auch die Verbreitung der Schlinggewächse, der Lianen, die in unseren Wäldern zwar überhaupt wenig zahlreich, in den nördlichen und kontinentalen Zonen doch noch entschieden abnehmen: so ist der Hopfen (*Humulus*) ein Erzeugniss des Laubwaldes, der Epheu (*Hedera*) auf das Buchenklima, eine nordamerikanische Form (*Schizandra*) auf das Amurgebiet beschränkt, wo auch die nicht holzige Convolvulusform in der offenen Landschaft zu bedeutenderer Geltung gelangt. Die klimatische Stellung der wilden Rebe in den Wäldern an der unteren Donau wurde bereits angeführt.

Zu durchaus selbständigen Formationen ordnet sich die Form des Krummholzes an der Baumgrenze der Gebirge und die der Erikensträucher in den Küstenlandschaften. Die langgestreckte Nadel des eigentlichen Krummholzes (*Pinus montana* oder *Mughus*) entspricht der der nahe verwandten Kiefer, aber in anderen Fällen geht dieselbe durch Verkürzung in die Erikennadel über. Am bedeutendsten ist die Krummholzregion in den Karpaten und Sudeten entwickelt, wo sie eine dichte, 3—4 Fuss hohe Bekleidung des Bodens bildet, die sich weithin zwischen der Waldgrenze und den alpinen Matten an den Gebirgsabhängen entlang zieht. Die Eigenthümlichkeit des Krummholzes besteht darin, dass die bogenförmig aufsteigenden Zweige zu einem zusammenhängenden Strauchdickicht verflochten und die gedrängten Nadeln nach oben zu plattenförmigen Polstern geordnet sind, welche im Winter die schwersten Schneemassen zu tragen vermögen, wodurch aber auch jede andere Vegetation am Boden ausgeschlossen wird. Auf den Alpen, wo das Krummholz zuweilen in die Thäler herabsteigt, nimmt es in westlicher Richtung an Häufigkeit ab, im nördlichen Europa fehlt es ganz und wird nur unvollkommen durch den Zwergwachholder (*Juniperus nana*) vertreten. Auf den Gebirgen Sibiriens tritt an seine Stelle die strauchförmig wachsende Arve (*P. Cembra var. pumila*), die hier ebenfalls eine eigene Region an der Baumgrenze bildet.

Die immergrüne Erikenform ist eine eigene Bildung des westlichen Europas. Zwar findet sich die Calluna, der Haidestrauch der baltischen Ebene, noch in Russland [6]), aber hier bedarf sie in den meisten Gegenden des Schutzes beschattender Bäume, die den Boden feuchter erhalten. Schon hiedurch ist das Feuchtigkeitsbedürfniss der Erikenform angedeutet. Die offene Haidefläche der baltischen

Ebene ist ein Erzeugniss des Buchenklimas: auch in Schottland geht die Calluna (bis 59°) nur wenig über die Buchengrenze (58°) nach Norden. Im Gebirge gedeiht sie im Bereiche der Wolkenregion, bis zu bedeutender Höhe ist der nackte Abhang des Montblanc bei St. Gervais von Calluna bedeckt. Auch den feuchten Bergwäldern ist die Erikenform nicht fremd, eine eigenthümliche Art (*Erica carnea*) bewohnt die Nadelwälder in der Osthälfte des Gebiets der Edeltanne. Auch ist das entschiedene Seeklima oder dessen Ersatz durch die vermehrten Niederschläge im Gebirge nur ein Bedürfniss der eigentlichen Eriken; andere Ericeen ersetzen sie in den Sümpfen (z. B. *Andromeda polifolia*), und von diesen wachsen einige in östlichen Meridianen (*Ledum*, *Andromeda calyculata*). Bei diesen so allgemeinen Beziehungen zu der Feuchtigkeit der Luft oder des Bodens ist es indessen auffallend, dass dieselben Eriken, die Calluna und die Glockenhaide (*Erica Tetralix*) im nordwestlichen Deutschland sowohl den dürren Sand, als den wassergetränkten Torf der Hochmoore bekleiden[98]) und ungeachtet des grössten Gegensatzes in der Bewässerung diesen Gegenden eine gleichartige Physiognomie ertheilen. Aber diese scheinbare Unabhängigkeit von der Feuchtigkeit des Bodens findet vielleicht darin ihre Erklärung, dass auch auf dem trockenen Hügellande die Haidesträucher eine gebundene Humusschicht über dem lockeren Sande ablagern, welche die atmosphärischen Niederschläge des Seeklimas einige Zeit zurückzuhalten geeignet ist. Wenn in einem grossen Theile der baltischen Ebene die Calluna der einzige Vertreter der Eriken ist und die Glockenhaide erst an der Vegetationslinie des Hülsenstrauchs auftritt und dann in der Richtung zur Nordseeküste immer häufiger wird, so vermehrt sich die Mannigfaltigkeit der Arten in Frankreich, bis sie in den Haiden der Gascogne am grössten wird, wohin sich die meisten portugiesischen Formen längs des atlantischen Meeres verbreiten. In der langen Vegetationsperiode dieses Klimas werden auch die Sträucher selbst grösser. In der Lüneburger Haide ist es schon selten, Sträucher von 2—3 Fuss Höhe anzutreffen, in der Gascogne beträgt die gewöhnliche Höhe des Haidegesträuchs etwa 3 Fuss und zuweilen fast das doppelte.

Die Weidenform bleibt auch im Waldgebiete grossentheils an dieselben Bedingungen gebunden, welche ihre Verbreitung in den arktischen und alpinen Gegenden bestimmen. Sie ist nur durch gewisse Arten der Weidengattung (*Salix*) vertreten, an welche sich an

einigen südlichen Flussufern und an der Küste der Nord- und Ostsee ausserdem eine Elaeagnee (*Hippophae rhamnoides*) anreiht. Denken wir uns die Wälder als die ursprünglich allgemeine Bekleidung des Landes, so lassen sich die übrigen Formationen, welche den Zusammenhang derselben bald in einzelnen Linien, bald auf grösseren, abgesonderten Räumen unterbrechen, fast ohne Ausnahme auf die Circulation des fliessenden Wassers oder auf dessen gehemmten Abfluss zurückführen. Denn wo der Boden zu feucht wird, gedeihen die meisten Bäume nicht, und die wenigen, bei denen dies der Fall ist, werden leicht durch andere Pflanzenformen verdrängt. Sieht man auch jetzt noch zuweilen in den Morästen der baltischen Ebene vereinzelte Bestände von Kiefern oder Fichten fortbestehen, so sind es doch nur die Ueberreste aus einer Zeit, die der Sumpfbildung vorausging, oder die oberflächlichen Schichten des Torfs, in welchen diese Bäume wurzeln, werden durch günstiges Gefälle vor übermässiger Feuchtigkeit bewahrt, und selten verjüngt sich der Wald unter solchen Verhältnissen, wo er einmal zu Grunde ging. Die Weidensträucher treten am allgemeinsten an dem Ufer der Flüsse auf, wo der Boden durch deren Grundwasser am stärksten gelockert ist, und wo sie die Aufgabe erfüllen, das Erdreich zu binden und vor dem Einsturz zu bewahren. Wie aber die Weidengattung aus zahlreichen Arten besteht, deren Lebensbedingungen ungleich sind, und von denen einzelne die verschiedensten Gegenden der Erde bewohnen, so fehlt es auch nicht an solchen, die bald statt des fliessenden Wassers den Sumpfboden aufsuchen, bald in die Wälder als Unterholz eintreten oder auch im trockensten Dünensande ihr Gedeihen finden. Manche unter diesen gehören nach ihrer Blattform nicht zu der Weidenform im engeren Sinne, und doch scheint allgemeiner als dem Laube die schmale Gestalt, ihrem Wurzelgeflecht die Fähigkeit zuzukommen, den lockeren Boden zu befestigen, zu welchem Zwecke sie selbst auf dürrem Sande technisch benutzt werden. Die Dünen entstehen dadurch, dass das Wasser seine Ufer durch Strömungen und Wellen untergräbt, nun aber das eingestürzte Erdreich eine Seitenfläche bietet, die dem Winde keinen hinreichenden Widerstand leistet, so dass hiedurch aufgewehte, bewegliche Sandhügel entstehen, deren oberflächliche Humusschicht verloren ging. Diesen zerstörenden Kräften können ausgedehnte Wurzelgeflechte ein Ziel setzen und so sind in Deutschland und Holland die Dünen an der Nordsee vorzüglich durch Weidengesträuch, an der Bai von Biscaya

durch die Seestrandskiefer befestigt worden. Die Uferweiden unterscheiden sich von denen der arktischen und alpinen Flora durch ansehnlichere Grösse, die des Sumpfbodens sind zum Theil ebenso klein wie diese. Die ersteren haben meist eine sehr ausgedehnte Verbreitung, z. B. die Korbweide (*S. viminalis*), sodann die wenigen, baumförmigen Arten (z. B. *S. alba* und *fragilis*): einige Uferweiden stehen jedoch unter eingeschränkteren klimatischen Bedingungen (z. B. *S. amygdalina* im Buchenklima; *S. acutifolia* in der Eichenzone Russlands, bis Schlesien verbreitet). Im Südwesten des Gebiets bis zur Donau und zum nördlichen Fuss der Karpaten wächst eine fremdartige Strauchform als Begleiter der Uferweiden, die der Tamarisken, die durch ihre noch mehr verkürzten, oft saftreichen Blattnadeln und durch abweichende Lebensbedingungen von den ähnlichen Eriken geschieden ist. Nur durch einen einzigen, ruthenförmig wachsenden, geselligen Strauch (*Myricaria germanica*) ist sie daselbst vertreten, dessen Eigenthümlichkeit darin besteht, dass die Tamariskenform übrigens an den Salzgehalt des Steppen- und Küstenbodens gebunden ist, die deutsche Myricaria aber ohne solche Nahrungsbedürfnisse den Uferweiden sich gleich verhält.

Oberhalb der Baumgrenze der Gebirge treten Strauchformen auf, welche den Typus der arktischen Flora wiederholen oder dieser und den alpinen Regionen gemeinsam sind. Da von diesen schon in dem Abschnitt über das arktische Gebiet die Rede war, so bleiben nur noch diejenigen Vegetationsformen zu betrachten übrig, welche keinen Holzkörper entwickeln, die Gräser, die Cyperaceen, die Stauden und die Farnkräuter.

Unter den Gramineen sind die rasenbildenden Gräser die bedeutendste Erscheinung; auf ihrem Wachsthum beruht der Charakter der Wiesenformation, die in keinem der Nachbargebiete auf gleiche Weise ausgebildet ist. Ueber dem zusammenhängenden, dicht gedrängten Wurzelgeflecht formt sich der Grasrasen aus einer Masse von verkürzten Zweigen, deren Knoten zahlreich, deren Glieder unterdrückt sind; die schmalen, kieselreichen und doch biegsamen Blätter vermehren sich, eins an das andere gereiht, unaufhörlich, so weit Raum und Beleuchtung es irgend gestatten; erst zur Zeit der Blüthe entstehen gestreckte Halme, an denen dieselben aus einander rücken. Die Höhe und Dichtigkeit des Rasens ist zwar von den Grasarten abhängig, die ihn zusammensetzen, aber sie wächst auch in geradem Verhältniss zu den im Boden zugeführten Nahrungs-

stoffen. Welche Arten und Gattungen in einem Lande vorwalten, ist durch klimatische Momente bestimmt: so wird in den Zonen der ostasiatischen Laubwälder die Rasenbildung unserer Wiesengräser durch Formen von höherem Wuchse vertreten, die den Savanengräsern der tropischen Zone gleichen. Wegen der Masse und Leichtigkeit des Samens, der durch den Wind verbreitet wird, haben die meisten Gramineen grosse Verbreitungsbezirke und können, vorausgesetzt, dass sie den geeigneten Boden finden, ihre klimatischen Grenzen leicht erreichen. Was für einheimische Gräser aber auf der einzelnen Wiese wachsen, steht in genauem Verhältniss zu ihrer Bewässerung, indem jede Art gleichsam einen bestimmten Feuchtigkeitszustand des Bodens ausdrückt. Ich habe beobachtet [99]), dass die natürlichen Wiesen von unregelmässiger Neigung und Mischung des Erdreichs leicht zwanzig bis dreissig verschiedene Gräser enthalten, die auf kleinen Flächen zusammen wachsen. Auf kunstmässig veränderten Rieselwiesen im Lüneburgschen, wo das Gefälle des Wassers jeden kleinsten Theil des Bodens gleichmässig befeuchtet, sah ich zuletzt die Grasnarbe in vollendeter Schönheit und mit höchstem Ertrage nur aus einer einzigen Art gebildet (*Anthoxanthum*), welche die übrigen verdrängt hatte. Mit der verlängerten Entwickelungsperiode des Westens und Südens, die wiederholte Heuernten möglich macht, wird der Rasen kürzer und gedrängter: hier herrschen die besten Wiesengräser der gemässigten Zone, das Rispengras, das englische Raygras, das Ruchgras, das Fioringras (*Poa, Lolium, Anthoxanthum, Agrostis*). Wo die Vegetationszeit sich verkürzt, sowohl in dem kontinentalen Sommer des Amurgebiets als im hohen Norden, dessen lange Tage die geminderte Sommerwärme ersetzen, ist zwar der Rasen weit höher als bei uns, aber der Ertrag doch geringer, weil Gattungen vorwalten (namentlich *Calamagrostis*), die viel rascher ihre Halme treiben, damit die Zeit der Samenreife nicht verloren gehe, aber die auch um so weniger Blattbüschel am Boden erzeugen. So sind auch die Gräser in unseren feuchten Wäldern, indem sie weniger Licht empfangen, höher als auf den offenen Wiesen, wo das Wachsthum der Blätter durch die Sonne und durch die Verdunstung rascher gefördert wird. Wenn der Einfluss, den die künstliche Berieselung auf die Vereinfachung der Wiesenvegetation ausübt, aus dem ungleichen Feuchtigkeitsbedürfniss der einzelnen Arten sich ableiten lässt und eben desshalb die Mannigfaltigkeit der Gräser mit der verschiedenen Fähigkeit des Thons, des

Humus, des Sandes, das Wasser zurückzuhalten, zusammenhängt, so ist die Frage, in wiefern die Kunst der Bewässerung die Fülle des Rasens und den Heuertrag mächtig zu erhöhen vermag, nicht bloss von einer weit grösseren praktischen Bedeutung, sondern bezieht sich zugleich auch auf die eigenthümliche Stellung der Gräser in der organischen Natur, welche die höchsten Aufgaben der Pflanzenkultur in sich schliesst. Unter den Nahrungsstoffen, deren die Gräser zu ihrer Vegetation bedürfen, und die sie dem Boden entziehen müssen, steht die Kieselerde obenan, welche vorzugsweise in den Blattscheiden abgelagert wird, die erst dadurch geschickt werden, dem schwanken Halm, den sie schienen, die erforderliche Haltbarkeit zu geben, damit er aufwärts dem Lichte entgegenwachse und die schwere Fruchtähre oder Rispe tragen könne. Die Kieselerde ist unter den mineralischen Nahrungsstoffen der Pflanze die im Wasser am schwersten lösliche Verbindung, sie bedarf, um in hinreichender Menge in die Grasblätter zu gelangen, einer steten Erneuerung des Lösungsmittels, einer beschleunigten Strömung durch das Gewebe, und in demselben Maasse, als die Zufuhr wächst, vermehrt sich auch die Intensität des Wachsthums, welches in Ermangelung derselben zurückbleibt. Wenn also auf der offenen Wiese durch Wärme die Verdunstung gesteigert ist, wenn durch die verlängerte Beleuchtung die organischen Stoffe sich mehren, wenn zugleich das durch die Gewebe strömende Wasser für die mineralische Ernährung unerschöpflich zu wirken vermag, dann erreicht das Wachsthum des Grasrasens die höchste Lebensfülle. Aber nur das fliessende Wasser leistet es, aus seinen unterirdischen Quellen neue, gelöste Mineralkörper den Pflanzen unaufhörlich zuzuführen, da, was an der Oberfläche dem niederfallenden Regen zu Gebote steht, bald ausgelaugt ist und früher erschöpft wird, ehe die chemischen Processe der Verwitterung und Humuserneuerung unlösliche Verbindungen wieder aufgeschlossen haben. In dem natürlichen Haushalte des organischen Lebens nehmen die Wiesengräser die Stellung ein, die aus den unterirdischen Nahrungsspeichern des Gesteins durch das Quellwasser gelösten und an die Oberfläche geführten Mineralkörper in ihrem Gewebe zu verwerthen und je nach der Verschiedenheit des Bedürfnisses diese Arbeit mit den Stauden zu theilen, die sie begleiten; sie dienen sodann als Weidegründe den Thieren zur Erhaltung, sie versorgen zuletzt sogar die Staubkörnchen, welche aus ihren verwesenden Organen

übrig bleiben, mit Stoffen, die von hieraus sich weiter auf der Oberfläche der Erde verbreiten können. So ist auch die Vertheilung der Wiesen an das fliessende Wasser gebunden; sie erfüllen die Thäler der Flüsse, die, zum Theil von Quellwasser gespeist, zur Zeit ihres Austretens gerade so weit, wie ihr Ueberschwemmungsgebiet reicht, den Wald zurückdrängen und den Rasengrund befruchten. Die feine Schlammschicht von Thon, welche die zurücktretenden Gewässer zurücklassen, ist ein reiner Gewinn für das künftige Wachsthum des Rasens. Das kleinste Rinnsal eines Baches ist es, welches mitten im Baumdickicht eine Waldwiese ins Dasein ruft. Ueberall sehen wir, wie schon in den ursprünglichen Verhältnissen die Wiesengräser die Schätze der Tiefe mit der organischen Natur an der Oberfläche vermitteln. Aber wie viel grösser ist die Bedeutung dieser Wechselwirkungen durch die menschliche Thätigkeit, durch die Arbeit des Ansiedlers erst geworden, die seinen Nahrungspflanzen den Boden des Waldes überantwortete, dann ihn, durch seine Bedürfnisse getrieben, erschöpfte und in diesem Kampfe mit begrenzten Hülfsquellen erlahmen müsste, wenn nicht das Quellwasser dieselben erneute, die Wiese dem Viehstande, dieser dem Acker diente, wenn nicht die fortschreitende Einsicht durch gesteigerte Kultur der aus unterirdischen Vorräthen ernährten Pflanzen das Gleichgewicht sicherte und den Ertrag des Bodens stetig zu erhöhen bestrebt wäre.

Was das fliessende Wasser für die Gräser bedeutet, das gewährt das ruhende oder langsamer bewegte den Cyperaceen, den Erzeugnissen des Sumpfbodens. Nicht als ob diese Familie in ihrem Kieselbedürfniss zurückstände, vielmehr zeigen die von Mineralstoffen starrenden Blätter mancher Arten, wie sie selbst die Gramineen hierin übertreffen, aber in der Fähigkeit, die grünen Organe nach Maassgabe der Zufuhr zu vervielfältigen, stehen sie weit zurück. Sie bilden eine Reihe von Formen, die auf dem trockensten Boden anhebt und mit schwimmenden Wassergewächsen endet. Die grosse Mehrzahl der Cyperaceen nähert sich den letzteren, ihr Wasserbedürfniss ist grösser als bei den Gräsern. Zugleich ist es auch die Beschaffenheit der Feuchtigkeit, welche sie aufnehmen, wodurch beide Gruppen geschieden sind. Die Cyperaceen werden sauere Gräser genannt, weil sie da gedeihen, wo bei den Umbildungen des Humus sich freie Humussäuren ausscheiden. Wenn eine Wiese durch gehemmten Abfluss des Wassers versumpft, scheinen diese Bedingungen leicht einzutreten, dann werden die nahrhafteren Gräser von

Cyperaceen verdrängt. In den Morästen erzeugen die Seggen oder Riedgräser (*Carex*) zwar häufig eine zusammenhängende Rasendecke, aus welcher die gedrängten, weissen Köpfe des Wollgrases, ebenfalls einer Cyperacee (*Eriophorum*), sich zu erheben pflegen, aber aus den starren Blättern lässt sich kein Heu bereiten, das zur Nahrung der Thiere geeignet wäre. Die Vegetation des Sumpfbodens ist von klimatischen Einflüssen weit unabhängiger als die der Wiesengräser, und dasselbe gilt in noch höherem Grade von den Wasserpflanzen selbst. Dieselbe Eriophoren-Formation, welche auf den alpinen Fjelden Norwegens die sumpfigen Niederungen dieses Tafellandes bekleidet, kehrt mit geringfügigem Wechsel der Bestandtheile auf ähnlichem Boden in den Tiefebenen wieder. Hier verlieren sich die Gegensätze der gemässigten und arktischen Zone bis zu den höchsten Breiten. Das unbegrenzte Wohngebiet mancher Wasser- und Sumpfpflanzen, welches zuweilen den ganzen Erdkreis umspannt, ist nicht bloss eine Folge der von Darwin nachgewiesenen Verbreitung ihrer Saamen durch Zugvögel, die im flüssigen Element ihrer Nahrung nachgehen, sondern diese Erscheinung entspricht zugleich der gleichmässigeren Temperatur des Wassers, welches sie aufsaugen. In den nördlichen Breiten der gemässigten Zone verschwindet das Eis des Winters später in den Sümpfen als in den Flüssen, und auch dadurch werden die Bedingungen der Vegetation denen der arktischen und alpinen Flora ähnlicher.

Durch die Rohr- und Schilfgräser, die aus dem seichten Wasserspiegel hoch emporragen, und an deren gedrängten Halmen die Blätter aus einander rücken oder auch ganz fehlen, sind die Cyperaceen und Gramineen zu einer in ihrer Lebensweise übereinstimmenden Pflanzenform verbunden. An dem unteren Stromlauf der grossen Flüsse und auf ihren Deltainseln haben die Rohrdickichte die weiteste Ausdehnung (namentlich von *Arundo Phragmites*), am grossartigsten an der unteren Donau, wo, so weit das Auge reicht, viele Quadratmeilen von ihnen bedeckt sind. In dieser unzugänglichen, jedoch von Wasservögeln belebten Einöde des Deltas verbergen sich die schmalen Arme des mächtigen Stroms, als hindere die Vegetation das fliessende Gewässer, den nahen Pontus zu erreichen. Die verlangsamte Bewegung des Wassers und die dauernde Anhäufung der Alluvionen bereiten den grossen Binsen (*Scirpus*) und den Rohrgräsern (*Arundo*) den passenden Boden, den ihr Wurzelgeflecht befestigt.

Die Staudenform ist je nach der Lage und Beschaffenheit der Oertlichkeit, sowie nach den Gewächsen, die sie begleitet, mannigfaltig ausgebildet, aber in den meisten Fällen gehört sie nur zu den untergeordneten Bestandtheilen der Formationen. Reichlich schmückt sie den lichten Schatten des Laubwalds und die offenen Raine seiner Umgebungen; in den Rasen der Wiese eingebettet, prangt sie in einer nach den Monaten wechselnden Reihenfolge verschieden gefärbter Blüthen und, aus der Grasnarbe mit ihren Blumen hervorragend, benutzt sie diejenigen Nahrungsstoffe, deren die Gräser nicht bedürfen, so dass ein gewisses Gleichgewicht zwischen beiden Erzeugnissen nicht zu verkennen ist. Schon früher wurde auf die zunehmende Grösse der Stauden in den kontinentalen Klimaten hingewiesen, in dem tiefen Humusboden der Laubwälder in der Ukraine erreicht sie neun Fuss [100]), und gleich bedeutend ist sie in den Parkformationen des Amurgebiets und namentlich in den Grasfluren Kamtschatkas, dessen gigantische Doldenpflanzen (s. u.) Kittlitz dargestellt hat [1]). Ebenso scheint es auch die Verkürzung der Vegetationsperiode in den oberen Waldregionen des Hochgebirgs zu sein, wodurch die Massen von hohen Aconiten und anderen Stauden, die man als subalpine bezeichnet hat und die in der Nähe der Baumgrenze die Rhododendren der Alpen begleiten, mit dem kontinentalen Klima der östlichen Meridiane in eine gewisse Beziehung gesetzt werden. Ein bestimmtes Maass der Verkürzung der Wachsthumsperiode begünstigt die Längsstreckung des Stengels: kaum ist es jedoch überschritten und zugleich die Temperatur unter einen bestimmten Grenzwerth gesunken, so treten entgegengesetzte Wirkungen in dem niedrigen Wuchs, in den gedrängten Laubrosetten der alpinen Stauden hervor, die an der Baumgrenze fast unmittelbar auf die hohen, subalpinen Gewächse folgen. Die erste Bedingung zur Erhaltung einer Art ist die Blüthen- und Fruchtbildung: wo diese noch hinreichend gesichert ist, sucht die Pflanze den Umfang der den Blättern übertragenen Arbeit möglichst zu erweitern.

Die Farnkräuter verdienen, da sie in der Physiognomie der Landschaft durchaus zurücktreten, nur deshalb erwähnt zu werden, weil das Seeklima die Mannigfaltigkeit ihrer Arten erhöhen soll. Ich finde indessen für diese Meinung bei der Vergleichung der französischen und russischen Farnflora kaum eine Bestätigung [101]); höchstens zeigt sich darin ein Unterschied, dass einige südeuropäische Arten

sich längs des atlantischen Meeres bis zu den britischen Inseln verbreiten. Dass aber gleichmässige Wärme und Feuchtigkeit die Farnvegetation begünstige, obgleich die Bedingungen dieses Verhältnisses in ihrer Organisation sich bis jetzt nicht erkennen lassen, geht aus der zunehmenden Häufigkeit ihrer Individuen in den schattigen Laubwäldern des Buchenklimas deutlich hervor.

Vegetationsformationen. Je weiter man vom atlantischen Meere in östlicher Richtung oder von Mitteleuropa zu höheren Breiten fortschreitet, desto zusammenhängender wird die Waldbekleidung des Landes. Während man in Frankreich die bewaldete Fläche auf neun Procent, in den Niederlanden sogar nur auf sechs Procent des Gesammtareals geschätzt hat, soll sie in den russischen Gouvernements Archangel, Wologda und Olonez auf über fünfzig, in Skandinavien auf vier und sechzig Prozent anwachsen[102]). Sind diese Ungleichheiten auch grösstentheils nur eine natürliche Folge der Ausbreitung des Ackerbaus, so bleibt es doch fraglich, in wie weit ursprüngliche Lichtungen des Waldes anzunehmen sind, die durch die Beschaffenheit des Bodens bedingt waren. Gegenwärtig lassen sich vier grössere Abschnitte des Gebiets unterscheiden, wo auch auf unbeackertem Erdreich die Wälder zurücktreten, die Haideflächen des westlichen Europas, die Pussten Ungarns, die grossentheils mit Gesträuch bewachsenen Sümpfe Russlands und die Grasfluren des Amurlandes und Kamtschatkas. Von den Haiden der baltischen Ebene ist nicht anzunehmen, dass sie zu allen Zeiten so wenig Wald besassen, wie jetzt. Die in den Torfmooren Hannovers eingeschlossenen Nadelholzstämme weisen auf frühere Bewaldung derselben hin. Auch unter den mit Cyperaceen bewachsenen Sümpfen am Steinhuder See findet sich über dem festeren Untergrunde eine starke Lage von versunkenen Bäumen, welche beweist, dass dieser nun unter der schwankenden Rasendecke überfluthete Boden ehemals bewaldet war. So mehren sich die Beobachtungen, dass der durch Alluvionen gehemmte Abfluss des Wassers zuerst Waldmoore bildete und dann, als die Bäume zu Grunde gingen, offene Moräste an ihre Stelle traten. Auf den trockenen Haiden der baltischen Ebene scheinen ebenfalls die Bestände verringert zu sein, indem der Baumschutz den herrschenden Nordwestwinden gegenüber zu fehlen begann, nachdem der Wald durch Verbrauch des Holzes gelichtet war: es ist daher in neuerer Zeit der zweckmässig geleiteten Forstkultur gelungen, in manchen Gegenden die Kiefer-

bestände wiederum über die verödete Fläche auszubreiten und dadurch neue Quellen des Wohlstandes zu begründen. Anders verhält es sich mit den Pussten Ungarns, die zwar auch der Vegetation von Bäumen klimatisch nicht unzugänglich sind, aber, wie ihre wagerechte Oberfläche andeutet [103]), aus einem Landsee hervorgingen, von dem die Theissniederung zurückblieb und neben dieser ein Steppenboden, der eine Vegetation von fremdartigem Charakter aufnahm. In Russland und Sibirien endlich, wo die Bahnen des fliessenden Wassers viel weniger als im Westen Europas durch die Kultur geregelt sind, dürfen wir die unbewaldeten Gegenden als durch den Mangel gleichmässigen Abflusses ursprünglich veranlasst auffassen: die Formationen des feuchteren Bodens finden wir hier entweder auf den Wasserscheiden oder im Ueberschwemmungsgebiete der Flüsse.

Wenn wir die Wälder selbst mit denen anderer Floren vergleichen, so ist die Reinheit ihrer Bestände die am meisten hervorstechende Eigenthümlichkeit; eine Mischung verschiedener Baumarten kommt bei Weitem seltener vor als der einförmige und doch durch individuelle Gestaltung so malerische Baumschlag des Buchen-, des Eichen-, des Nadelwaldes. Nur wenn man auch hier in frühere Zeiten der Erdgeschichte zurückgeht, lässt sich in vielen Fällen ein säkularer Wechsel des Bestandes erkennen. Wie in Sibirien die Birke sich nach und nach mehr ausbreiten soll [104]), so ist durch archivalische Zeugnisse nachgewiesen, dass in Norddeutschland die Nadelhölzer den Laubwald allmälig zurückgedrängt haben [105]) und die Erfahrung lehrt, dass sie in diesem Kampfe noch jetzt siegreich sind: am westlichen Harze z. B. ist der Buche allgemein die Fichte gefolgt, an einigen Orten haben sich beim Abtriebe der letzteren die Ueberreste von Eichen in einem Niveau von 2000 Fuss gezeigt, d. h. in einer Höhe, in welcher dieser Baum gegenwärtig längst nicht mehr fortkommt. Wird es hiedurch wahrscheinlich, dass säkulare Aenderungen des Klimas dem Wechsel der Waldbestände zu Grunde liegen, so lässt sich derselbe in anderen Fällen von den mineralischen Nährstoffen im Boden ableiten, von denen der eine Baum diese, der andere jene Bestandtheile aufsaugt, und, nachdem die ersten erschöpft sind, die übrig bleibenden einer neuen Vegetation Spielraum genug lassen, die absterbende zu verdrängen. Was in den Erfahrungen des Landwirths bei dem Fruchtwechsel einjähriger Kulturpflanzen binnen kurzer Zeit in die Erscheinung tritt, vollendet sich bei dem Wachs-

thum der Bäume im Laufe von Jahrhunderten mit gleicher Gesetzmässigkeit. Endlich kann aber auch der Wechsel der Forstbestände nur eine Folge ökonomischer Rücksichten sein, nachdem sie sich nicht mehr selbst überlassen blieben, sondern künstlich gepflegt wurden. So ist die ganze Erscheinung ein verwickeltes Problem, das in jedem Falle sorgsam geprüft werden muss, ehe man eine Aenderung klimatischer Bedingungen anzunehmen berechtigt ist. Eine solche Untersuchung verdanken wir Vaupell [106]), der sich in Bezug auf die Wälder der dänischen Inseln zu Gunsten veränderter Bodeneinflüsse entschied. Gerade hier hatte Steenstrup bei seiner Untersuchung der seeländischen Waldmoore den säkularen Wechsel der Bäume zuerst in grösserem Umfange nachgewiesen, Vaupell setzte dessen Beobachtungen fort und fand, dass den heutigen Buchenwäldern die Birke als herrschender Baum daselbst vorausgegangen ist, der aber zugleich die Eiche und die gegenwärtig auf Seeland ganz verschwundene Kiefer beigemischt waren. Wollte man diesen Wechsel von klimatischen Bedingungen ableiten, so würde auf eine gewisse Milderung des Klimas aus der Eiche, in noch höherem Grade aus der Birke zu schliessen sein, insofern die heutige Polargrenze dieser Bäume als Maassstab des dänischen Klimas in alten Zeiten gelten dürfte. Allein Vaupell verwirft diese Meinung, die durch die entgegengesetzten Erfahrungen in Norddeutschland freilich durchaus nicht unterstützt wird. Es lässt sich indessen doch nicht verkennen, dass dieselben Aenderungen der Vegetation aus verschiedenen Ursachen entspringen können, und dass die durch die Abnahme der Wälder herbeigeführte Milderung des Klimas auch auf die Bestandtheile ihrer Ueberreste einen rückwirkenden Einfluss ausübt. Liebich [107]) theilt den historischen Gang der europäischen Bewaldung in drei grosse Perioden, die der mit der Kultur zunehmenden Lichtung der Wälder entsprechen: zuerst erzeugten die gedrängten, finsteren Bestände ein nordisches Klima, wo der Jäger seiner Beute nachging, wie jetzt in Sibirien und Kanada; dann musste das Baumleben, welches dem Boden Sonne und Licht absperrte, einer richtig geleiteten Einschränkung durch den Ackerbau weichen, und es entwickelten sich die Kulturländer des centralen Europas, bis endlich die übermässige Verwüstung der Wälder solche Zustände hervorzurufen anfängt, wie wir sie in Frankreich vor Augen haben, wo die weithin baumlose Ebene ohne die Nachbarschaft des Meers durch übermässige Dürre leicht veröden könnte.

Die Höhe und Ueppigkeit des Baumwuchses ist ein Ausdruck der verschiedensten physischen Bedingungen. Die Kürze des Sommers und die verhältnissmässige Trockenheit Sibiriens, nicht minder aber auch die flache Lage des unterirdischen Eises beschränken hier die Grösse und den Umfang der Stämme und geben dem Walde, je mehr man nach Norden geht, den Charakter jugendlicher Bestände [108], die an Schönheit mit denen des Seeklimas nicht zu vergleichen sind. Aber auch im Westen, wo der Baumwuchs vom Klima am meisten begünstigt wird, ist die Pracht der Wälder sehr ungleich vertheilt und hängt von der Beschaffenheit des Bodens, vor Allem aber von seiner Fähigkeit ab, die Feuchtigkeit zurückzuhalten. Diese ist es, von welcher Ratzeburg [109], einer der ersten Kenner der deutschen Wälder, die Ueppigkeit der Bestände auf dem Basalt der Weserlandschaften, wie auf den Trachyten des Rheins ableitet. Wenn durch die Tiefe der Erdkrume und ihre Mischung die Vertheilung der Baumarten bestimmt wird, so ist die Kraft der Individuen, regelmässig und bis zu hohen Altersstufen sich zu entwickeln, die von Jahr zu Jahr die Bedeutung ihrer Gestalt erhöhen, an die gleichmässige Strömung ihrer Säfte geknüpft. In Deutschland finden sich die schönsten Buchenbestände an der Ostsee und auf dem kalkhaltigen Boden der Hügelketten des Wesergebiets. Viel seltener sind die alten, wohlerhaltenen Eichenwälder geworden, von denen ich die prächtigsten am Ufer der Elbe in Anhalt sah, und denen die des schlesischen Alluviums an der Oder gleichen sollen: solche Bäume, wie dort, werden in der grossen Eichenzone, die sich von Nordalbanien über Serbien bis zu den russischen Laubwäldern erstreckt, wohl selten angetroffen. Die Fichten der Sudeten, des Harzes und der Alpen, die Edeltannen des Schwarzwaldes enthalten in ihrer Art die edelsten Baumgestalten, die Europa aufzuweisen hat. Auch die übrigen Bestandtheile der Waldformationen, die Sträucher, die das Unterholz bilden, die Schlinggewächse, die Gräser, die Stauden, die den Boden bekleiden, die Pilze, die meistens in den Herbstregen ihr flüchtiges Dasein beginnen und beschliessen, sind sowohl durch das Klima als durch den Boden an eine bestimmte Vertheilung gebunden, und, indem sie zugleich von der Beleuchtung abhängen, welche ihnen bald im tiefen Schatten entzogen ist, bald in den verschiedensten Abstufungen zu Theil wird, kann sich hier eine Mannigfaltigkeit der Bildungen entwickeln, die den Baumarten selbst abgeht. Doch nur die lichteren Laubhölzer sind reich an diesen Schatten-

gewächsen. Die geschlossenen Nadelwälder lassen sie nicht aufkommen. Von der Beleuchtung ist es abhängig, ob sie überhaupt Unterholz besitzen. In den hochnordischen Fichtenbeständen an der Petschora [110]) findet sich dasselbe durch Birken, Weiden und die grüne Erle (*Alnus fruticosa*), durch Vaccinien und andere Beeren tragende Sträucher vertreten; die dichteren Kieferwälder zeigen am Boden nur einen weissen Lichenenteppich oder eine Decke von Laubmoosen. Es ist, als ob die kryptogamischen Formationen der arktischen Tundra sich diesseits der Baumgrenze in den kühleren Schatten des Waldes zurückzögen.

Auf den offenen Flächen der baltischen Ebene und Russlands nehmen die Gesträuchformationen der Haiden und Sümpfe einen verhältnissmässig weiten Raum ein und müssen zum grossen Theil als ursprüngliche oder doch frühzeitig entstandene Bildungen aufgefasst werden. Die Haiden der baltischen Ebene sind fast nur von Calluna bewachsen, die wenige und meistens nur vereinzelte Gewächse neben sich aufkommen lässt. An den russischen Grenzen verliert sich allmälig die offene Calluna-Haide, sporadisch erscheint sie noch am Onega-See und häufiger in Litthauen. Wir haben schon gesehen, dass dieselben Eriken oder die die Calluna vertretende Glockenhaide (*Erica Tetralix*) sowohl den trockenen Boden, als die Hochmoore des Westens bekleiden. Die Hochmoore [98]) sind eben dadurch von den Wiesen und Waldmooren unterschieden, dass ihre nach und nach sich wölbende Torfmasse fast nur aus der Humusbildung von Eriken hervorgeht, indem neue Generationen auf den durch die Verwesung unter Wasser aufgespeicherten und nun durch den Wechsel der Jahreszeiten unverweslich gewordenen, organischen Stoffen ebenso gut wie auf einer unorganischen Erdkrume fortzuwachsen fähig sind. Da der Torf oft bis zu beträchtlicher Tiefe die Senkungen des Bodens ausfüllt und ausser dem, was seine Asche liefern könnte oder der Wind mit seinem Staube herbeiführt, von mineralischen Bestandtheilen frei bleibt, so erkennt man, wie gering die Ansprüche der Eriken an die gelösten Nährstoffe sind, welche sie mit der Feuchtigkeit aufsaugen. Ebenso arm ist in der baltischen Ebene der sandige Boden der Diluvialformation, und hierin liegt ohne Zweifel das Uebereinstimmende in den Vegetationsbedingungen der Haiden und Moore, so dass die Eriken jedes andere Gewächs überwuchern und verdrängen, dass sie sich der Oberfläche fast vollständig bemächtigen. Indessen sind die Eriken des Hochmoors doch schon minder gesellig

als die Calluna des trockenen Bodens. Die Zwischenräume zwischen ihren gewölbten Zwerggesträuchrasen (den sogenannten Bulten) werden mit zunehmender Nässe des Bodens mehr und mehr durch Cyperaceen, durch Seggen und Eriophoren ausgefüllt, und so kann das Hochmoor in das Wiesenmoor übergehen, dessen zusammenhängende Vegetationsdecke, wo sie rein ausgebildet ist, aus dieser letzteren Pflanzenform und einigen Sumpfgräsern und Stauden besteht. Die Wiesenmoore oder Brüche, deren Torf aus diesen Rasen bildenden Pflanzen hervorgeht, trocknen in der Sommerdürre nicht so leicht aus wie die Hochmoore; die organische Substanz, welche die Verwesung ihrer Organe zurücklässt, ist minder dicht und als Brennstoff weniger werthvoll; unter der Rasendecke, die beim Betreten schwankt und zittert, sammelt sich das Wasser wie in Cisternen: so wird die Formation zuweilen zu einer schwimmenden Insel, die, vom Ufer losgerissen, auf den Fluthen eines Landsees umhertreibt. Die Verschiedenheit der Cyperaceen- und Erikenvegetation besteht darin, dass die erstere ihren Rasen leichter seitwärts erweitert, ohne selbst das offene Wasser zu scheuen, die letztere hingegen eines festeren Grundes bedarf, den sie sich freilich selbst durch die Verwesung der Wurzeln erst erzeugt und aufbaut. Ist das Wiesenmoor sodann erst mit einer zusammenhängenden Vegetationsdecke ausgestattet, so bietet die aus den Rasen entstandene Torfmasse nun auch Sträuchern einen geeigneten Boden, nicht den Eriken, sondern höheren Laubsträuchern. Dies führt uns zu dem bedeutenden, geographischen Gegensatze der Hochmoore und der Erlen- und Birkenbrüche, von denen die ersteren dem westlichen Theile der baltischen Ebene, die letzteren dem europäischen Russland vorzugsweise angehören. Diese Brüche des Ostens dehnen sich über einen viel grösseren Raum aus als die Erikamoore, und sind ebenfalls überall verhältnissmässig gleichartig gebildet. Zuweilen sind die Sträucher so hoch und gedrängt, dass, wenn sie sich nicht vom Boden aus verzweigten, man sie für Mittelwald halten könnte, und so erscheinen sie, aus der Ferne betrachtet, namentlich dann, wenn die nordischen Erlen (*Alnus incana*) vorherrschen. Weit häufiger sind die Birkengesträuche (*Betula fruticosa* und *nana*), etwa von Mannshöhe, durch Zwischenräume von Cyperaceenrasen getrennt, von kleineren Weiden (*Salix rosmarinifolia*) und Ericeen (*Ledum, Vaccinium*) begleitet. Im Norden hat auch diese Formation ihre Beeren und unter denselben die wohlschmeckendste Frucht der ganzen Flora, die Moltebeere (*Rubus*

chamaemorus), das Erzeugniss einer kleinen, aber geselligen, etwa handhohen Staude, die in solchen Brüchen und in versumpfenden Wäldern gedeiht. Die Frucht gleicht der Himbeere, die sie an Grösse übertrifft, und steht nur einzeln an der Spitze des einfachen Stengels. In Skandinavien und im nördlichen Russland allgemein verbreitet, erreicht sie Deutschland nur in den nördlichsten Brüchen und Wäldern Preussens und Pommerns, sie hat sich dann noch einmal an einzelnen, hochgelegenen Standorten der Sudeten angesiedelt. Die Grenze der Erlenbrüche und der Hochmoore selbst ist durch den Stromlauf der Elbe in der Mark bezeichnet. Von Mecklenburg bis zur Lausitz sind die Erlen- und Birkenbrüche bereits ebenso ausgebildet wie in Russland. Am weitläufigsten entwickeln sie sich in den Sümpfen Litthauens, weil hier die Quellengebiete der nördlichen und südlichen Ströme am wenigsten durch Bodenschwellungen gesondert sind: hier werden sie oft nur von Weidengesträuch gebildet und auch auf trockenerem Boden verwandelt sich der Eichenwald häufig zu niedrigem Gestrüpp [111]). Diesseits der Elbe giebt es noch einen grösseren Erlenbruch, den Drömling, an den Grenzen von Hannover, Braunschweig und der Altmark. Es ist nicht anzunehmen, dass dieser Wechsel der Brüche und Hochmoore nur eine Folge verschiedener Bewässerung sei, vielmehr ist durch die Vertheilung dieser beiden Formationen nur der Gegensatz zwischen den klimatischen Bedingungen der Eriken und anderer Sträucher von höherem Wuchse ausgedrückt, welche eines kontinentalen Sommers bedürfen. Die Vegetation empfängt ihren Charakter nicht durch die Art und Weise, wie der Wasserabfluss gehemmt ist, sondern sie bewirkt eben, dass die Stauungen desselben nach verschiedenen Normen erfolgen, je nachdem sich der Humus aus Eriken oder aus Cyperaceenrasen und Strauchwurzeln bildet.

Die Pussten Ungarns schliessen sich durch ihre Vegetation so nahe den Steppen des südlichen Russlands an, dass man die Frage aufwerfen muss, ob es nicht willkürlich sei, sie von ihnen zu trennen. Die Steppe selbst hat, wo der Boden die Pflanzen einladet, ihre von Wald umschlossenen westlichen Vorposten auch ausserhalb der Karpaten: eine solche Bildung wird in der Gegend von Chotin am Dnjestr angeführt, wo Galizien, Bessarabien und die Moldau sich berühren, ähnliche werden wahrscheinlich in den Donaufürstenthümern zu finden sein. So sind auch die Pussten in der Abwesenheit der Holzgewächse, in dem Vorherrschen der Gramineen, in der

Mannigfaltigkeit eingemischter Stauden und der ungeschlossenen Rasendecke, wodurch sich die Grassteppe so bestimmt von der Formation der Wiesen unterscheidet, mit jenen Landschaften russischer Hirtenvölker durchaus übereinstimmend. Schon vor den Thoren von Pesth, wo ostwärts die Pussten bald beginnen, erblickt man eine bunte Vegetation von einzeln stehenden, theils Rasen bildenden, theils einjährigen Gewächsen, zwischen denen überall das sandige Erdreich nackt hervortritt. Erreicht man weiterhin den natriumhaltigen Boden in der Theissniederung oder in Siebenbürgen, so wechselt mit der Gramineen-Pussta die Formation der Halophyten und erinnert an die russische Salzsteppe. Es wurde indessen schon nachgewiesen, welche klimatische Gründe der Unterordnung der Pussten unter den Begriff der Steppen entgegenstehen, und wie ihnen eine höhere wirthschaftliche Zukunft zugesprochen werden muss. Aber auch die Vegetation selbst, so ähnlich ihre Physiognomie erscheinen mag, zeigt manche Abweichungen, die auf eine Einwanderung der Pflanzen von auswärts, nicht auf eine ursprüngliche Gemeinsamkeit hinweisen. Kerner unterscheidet in den ungarischen Pussten auf dem trockenen, salzfreien Boden drei Formationen von Gramineen[112]), die des Andropogon, der Thyrsa (*Stipa*) und der einjährigen Gräser (*Bromus*). Von diesen sind nur die Thyrsarasen den Pussten und der russischen Grassteppe gemeinsam: in der Formation des Andropogon (*A. Gryllus*), die ebenso wie jene von blüthenreichen Stauden auf das mannigfachste durchwirkt ist, herrscht eine Graminee, die, durch die wärmeren Alpenthäler bis zu den Vorbergen der Karpaten verbreitet, auf einen Ursprung aus Südeuropa hindeutet, und was die geselligen, einjährigen Gräser betrifft, so sind auch diese nicht von den Steppen abzuleiten, sondern grösstentheils dieselben Arten, welche zu einer ähnlichen Formation im Mittelmeergebiete sich vereinigen. Auch die Halophyten bieten mit der russischen Salzsteppe wenig Vergleichungspunkte, theils weil sie gewöhnlich nur auf eng begrenzten Räumlichkeiten auftreten[112]), theils weil sie viel einförmiger sind als dort. Die physiognomische Aehnlichkeit der Pussten und Steppen wird durch die Verschiedenheit im Einzelnen beinahe aufgewogen, aber der Verlauf der Entwickelungszeiten der Vegetation ist der nämliche, eine rasch vorübereilende Frühlingsblüthe im Mai und Juni und ein dürrer Sommer, den die Halophyten überdauern, um im Herbste ihre Knospen zu entfalten.

Die Formation der Wiesen, deren zusammenhängende Rasen-

decke mit den die Gräser begleitenden Stauden in einem angemessenen Verhältniss steht, ist dem Raume nach, den sie einnehmen, den Wäldern durchaus untergeordnet. In dem Amurgebiete aber und in Kamtschatka treten an ihre Stelle ausgedehnte und nicht minder eigenthümliche Grasfluren, die Gebüsch und Bäume in sich aufnehmen und dadurch der Landschaft die Physiognomie eines natürlichen Parks verleihen. Kittlitz [113]) hat diese Formation, welche das östliche Asien mit der klimatisch übrigens so fernstehenden kalifornischen Flora zu verknüpfen scheint, als Waldwiesen oder Grasfluren aufgefasst und vom Ufer des Awatscha in Kamtschatka bildlich dargestellt. Radde [114]) entwirft davon auf seiner Reise am Amur die genaueste Schilderung, aber nicht glücklich ist der von ihm und auch von Andern gewählte Ausdruck, dieses Parkland als Prairie zu bezeichnen, indem es zwar die hochwüchsigen Stauden mit den nordamerikanischen Prairien gemein hat, aber sich von ihnen durch den Wechsel der Gräser mit Baumgruppen wesentlich unterscheidet. Der energische, von Schlingpflanzen der Convolvulusform durchwebte Graswuchs, die Höhe der Stauden, die eingemischten Laubsträucher, die Eichengehölze, welche die Bodenschwellungen zu krönen pflegen, alles dies vereinigt sich am Amur zu einem Landschaftsbilde, welches nach seinen Bestandtheilen als eine Mischung des Laubwaldes mit üppigen Wiesen gelten kann, physiognomisch aber vielmehr mit den tropischen Savanen, nicht aber mit den baumlosen Prairieen zu vergleichen ist. Die physischen Lebensbedingungen sind freilich ganz andere wie in wirklichen Savanen. Die Kürze des Sommers fordert hier den raschesten Entwickelungsgang, dessen Energie durch das Grundwasser des Stroms und zeitweise durch dessen Austreten belebt wird. Die tropische Savane wird nicht durch fliessendes Wasser, sondern durch tropische Regen zu ihrem Wachsthum angeregt, sie geht durch Trockenheit, die nordische Grasflur durch herbstlichen Frost in den Winterschlaf über. Die Physiognomie der Parklandschaft am Amur ist den Grasfluren Kamtschatkas ganz ähnlich. Kittlitz bemerkt, dass der Rasenteppich auch hier eine erstaunliche Höhe erreiche, dass denselben Anfangs die Sträucher, die hier und da emporgewachsen, beschatten, diese in der Folge aber kaum noch über die rasch entwickelten Halme hervorragen, und dass auch die mannshohen Stauden ihre reichgefärbten Blüthen bald unter den Gräsern, denen sie beigemengt sind, verbergen. Allein die Bestandtheile der Formation sind am Amur und in Kamtschatka durchaus

verschieden: die mongolische Eiche wird hier durch die Birke vertreten, das Gebüsch besteht aus anderen Laubsträuchern, die Schlingpflanzen scheinen dem Amur eigen, unter den Stauden Kamtschatkas herrschen andere Gattungen, ihre Grösse ist hier noch bedeutender: eine Spiraea [115]) (*S. kamtschatica*) schiesst in wenig Wochen zu einer Höhe von 10—15 Fuss auf, um mit dem ersten Nachtfroste wieder zu verschwinden, ebenso üppig wuchert eine Nessel (*Urtica*) und eine Doldenpflanze (*Heracleum dulce*), Stauden, die denn doch weit über die Gräser emporragen.

Regionen. Das klimatische Verhältniss der Gebirge zu den Ebenen enthält eine Reihe von Momenten, welche erst genau erwogen werden müssen, ehe man hoffen darf, die gesetzmässige Anordnung der Regionen zu begreifen, zu welchen die Vegetation in vertikaler Richtung sich absondert. Die Wiederkehr der Gebirgspflanzen in den Ebenen höherer Breite ist die Erscheinung, welche zu dieser Untersuchung den nächsten Anlass giebt. Die innige Verknüpfung, die zwischen der alpinen Flora Europas und den Erzeugnissen der arktischen Zone besteht, und die nicht bloss durch die Aehnlichkeit der Vegetationsformen und Formationen, sondern auch durch eine beträchtliche Reihe identischer Arten ausgedrückt ist, welche den Zwischenländern fehlen, ward stets von übereinstimmenden Wärmeeinflüssen abgeleitet. Humboldt hat zuerst ausgesprochen, dass die Abnahme der Wärme in vertikalem Sinne zu derselben Anordnung der Pflanzen den Anlass gäbe, wie in der Richtung vom Aequator zum Pol, aber er unterliess, diese Erscheinung in ihren einzelnen Zügen zu verfolgen und den Umfang seines Gesetzes dadurch einzuschränken. Ganz allgemein aufgefasst, äussert sich der Parallelismus der vertikalen und horizontalen Anordnung der Vegetation freilich auf der ganzen Erde durch die Stufenfolge des Wachsthums, durch die Regionen der Wälder, der alpinen Sträucher und Matten bis zur Linie des ewigen Schnees, aber die Pflanzenformen der tropischen Hochgebirge sind zum Theil abweichend, die Arten der gemässigten und kalten Zonen kehren daselbst keineswegs wieder. Anders verhält es sich in der nördlichen gemässigten Zone selbst, hier scheint das Humboldt'sche Gesetz in voller Geltung zu stehen. Die Regionen der nämlichen Pflanzenformen und oft derselben Pflanzenarten sinken mit zunehmender Breite immer tiefer hinab; aus südlich gelegenen Gebirgen treten sie nordwärts in das Tiefland, bei manchen Gewächsen der einheimischen Flora ist dieses Verhält-

niss schon an nahe gelegenen Orten zu erkennen, wenn man ihr Vorkommen in der baltischen Ebene mit dem auf den mitteldeutschen Höhenzügen [116]) oder auf den Alpen vergleicht. Zahlreiche alpine Pflanzen der Alpen kehren in niedrigerem Niveau auf den norwegischen Fjelden und in Lappland wieder, und ebenso hat Martins [117]) gezeigt, dass noch oberhalb der Schneelinie des Montblanc auf nacktem Gestein Gewächse auftreten, die man in der arktischen Flora wiederfindet. Und doch sind die klimatischen Einflüsse in den Hochgebirgen nur in gewissen Beziehungen mit denen des Tieflandes im Norden übereinstimmend. Gehen wir von dem einfachsten Verhältniss, der Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Pflanzen, aus, von welcher die den Breitengraden entsprechenden Vegetationslinien abgeleitet wurden, so haben Versuche [118]) gelehrt, dass die solare Wärme in vertikaler Richtung nicht nur nicht abnimmt, sondern auf hohen Berggipfeln, wo die oberen Schichten der Atmosphäre sie nur wenig schwächen können, sogar intensiver ist als am Fusse des Gebirges. Die solare Wärme verhält sich also hier umgekehrt wie in hohen Breiten, welche die Sonne bei ihrem niedrigen Stande weniger erwärmt. Aehnliche Gegensätze bestehen in der Beleuchtung, die in der reinen Luft über den Wolken sich verstärkt, in der Tageslänge, die nur von der Polhöhe, in der Dichtigkeit der Luft, die nur vom Niveau abhängt, und endlich darin, dass die Gebirge durch Niederschläge häufiger als die Tiefländer befeuchtet werden. Die Exposition gegen die Sonne verschiebt zwar das Niveau der Pflanzenregionen, aber da nach der verschiedenen Lage der Abhänge diese Wirkungen sich ausgleichen, so ist die durchschnittliche Höhengrenze, bis zu welcher eine Pflanze vorkommt, von der den Strahlen zu- oder abgewendeten Neigung des Bodens unabhängig. Das der arktischen und alpinen Flora Gemeinsame beschränkt sich auf die im Schatten beobachtete Luftwärme und auf die durch die Abnahme derselben bewirkte Verkürzung der Vegetationszeit. Dass die Temperatur ungeachtet der gesteigerten solaren Wärme mit der Höhe so rasch sinkt, ist, wie die Erfahrungen im Luftballon zeigen, zunächst eine Folge der abnehmenden Dichtigkeit der Luft, die, je mehr sie verdünnt ist, um so weniger die Fähigkeit besitzt, von der Sonne unmittelbar erwärmt zu werden, sondern ihre Wärme von der Leitung aus dem die Strahlen auffangenden Erdboden empfängt. Aber diese Eigenschaft der Atmosphäre (ihre Diathermaneität) reicht nicht aus, die Abnahme der Wärme in vertikaler Richtung allein zu

erklären, weil dieselbe nicht bloss vom Niveau, sondern auch von der plastischen Gestaltung des Gebirges abhängt. Je massiger sich dasselbe ausdehnt, je ähnlicher seine Oberfläche einer Hochebene gebildet ist, desto geringer wird die Temperaturabnahme nach oben. Die Wirkung der solaren Wärme auf den Erdboden ist, wie schon bei dem arktischen Klima erwähnt wurde, von der Menge der Massentheilchen bedingt, die von den Strahlen der Sonne getroffen werden. Je mehr die zu erwärmende Oberfläche über einer gegebenen Grundfläche sich vergrössert, ein desto geringerer Antheil von Strahlen kommt den einzelnen Theilchen zu Gute. Das Gebirge verhält sich zur Ebene wie ein vom Sturm bewegtes Meer zu einer stillen Wasserfläche, mit wachsender Höhe der Wogen erweitert sich die Oberfläche, welche die Atmosphäre berührt. Auf einem schmalen und steilen Gebirgskamme ist das Verhältniss am ungünstigsten, die Temperaturabnahme nach aufwärts am raschesten. Eine flache Hochebene bietet, wie das Tiefland, der Sonne die geringste Fläche dar, so dass die unveränderliche Zahl der Strahlen die verhältnissmässig grösste Wirkung hat. Hier heben sich die Pflanzenregionen, auf den Gebirgsketten sinken sie. Sodann senken sie sich auch unter dem Einfluss des Seeklimas, weil die Sommerwärme abnimmt, während es im Tieflande gewisse Pflanzen, deren Ansprüche mässig sind, zu höheren Polargrenzen hinaufrückt.

Aus diesen Verhältnissen erkennt man, dass die Wiederkehr der Gebirgspflanzen im Norden nicht von der solaren Wärme unmittelbar, sondern von den Wirkungen abhängt, welche dieselbe in dem ihnen zugetheilten Raume hervorzubringen vermag. Eine Vegetationslinie, die in Frankreich und Russland unter gleicher Polhöhe liegt, ist ein Maassstab für diejenige Erwärmung der Pflanze, welche sie von den Sonnenstrahlen empfängt, eine andere, die an den Küsten zu höheren Breiten übergeht, ist von der Temperatur der Luft, welche sie umgiebt, und des Bodens, in dem sie wurzelt, abhängig. In beiden Fällen kann mit der verminderten Jahreswärme eine Verkürzung der Entwickelungsperiode verbunden sein, aber die eine Pflanze ist unabhängiger von deren Dauer, die andere von den Schwankungen der Wärme. Eine gleiche Mitteltemperatur bewirkt, dass die Gebirgspflanzen unter demselben Meridian in höheren Breiten wiederkehren. Zuweilen haben sie auch die Fähigkeit, ihre Entwickelungszeit zu verkürzen und zu verlängern. Es giebt unter ihnen sogar Arten, die im Gebirge zweijährig sind und

daselbst früher blühen als in der Ebene, wo sie im Frühlinge keimen und im Herbst desselben Jahrs ihre Samen reifen (*Gentiana campestris*).

Es giebt aber auch andere, jedoch viel weniger zahlreiche Gewächse [118]), die, wie die Lärche und Cembra-Kiefer, in nordöstlich gelegenen Tiefebenen wieder auftreten, die zugleich in den Alpen und in Russland vorkommen, nicht aber in Skandinavien und Lappland. In dieser Richtung ist die verkürzte Vegetationszeit das einzige klimatische Moment, welches sie verbindet. Im Gebirge verspätet sie sich, weil der Schnee des Winters erst schmelzen muss, und auch der Sommer bleibt kühl, weil dieses Schmelzen in den höheren Regionen fortdauert und die Bodenfeuchtigkeit sich zu erwärmen hindert, welche an den geneigten Abhängen beständig von oben her gespeist wird. In den nordöstlichen Ebenen giebt es auch keinen rechten Frühling, weil die Temperaturkurve zu steil ansteigt, aber, sobald die Nachtfröste vorüber sind, entwickelt sich hohe Sommerwärme. Jene Pflanzen also, die zugleich im Hochgebirge der Alpen und in Russland wachsen, sind gegen die Temperaturkurve gleichgültiger, wenn nur die Phasen der Entwickelung in die angemessenen Zeitpunkte fallen. Unter ihnen finden sich sowohl Schatten- als Lichtpflanzen, es kommt nicht darauf an, ob sie von den Sonnenstrahlen wirklich getroffen werden, sondern ob sie bei verschiedenen Temperaturen gedeihen können. Im Norden rücken die Alpenflanzen in die Ebene, wenn sie von der Temperaturkurve während der Vegetationsperiode, im Nordosten, wenn sie von deren Dauer abhängiger sind. Die letzteren fliehen das Seeklima Norwegens, weil in demjenigen Niveau, wo die Vegetationsperiode das ihnen zusagende Maass hätte, die Temperatur schon zu gering wäre, in den Alpen kommen sie da fort, wo die angemessene Entwickelungszeit mit zureichender Wärme verbunden ist. Der Sommer Lithauens ersetzt, was die alpine Region durch ihre solare Wärme vor dem skandinavischen Küstenklima voraus hat.

Bei der Zusammenstellung der in der alpinen Region der Alpen vorkommenden Gewächse fand Christ [119]), dass von gegen 700 Arten etwa der dritte Theil (36 Procent) in den nordischen Gebirgen wiederkehrt und sich zum Theil in die Polarländer verbreitet. Dass, wenn eine Wanderung derselben stattgefunden hat, dieselbe in beiden Richtungen, sowohl von Norden nach Süden als von Süden nach Norden erfolgte, suchte er aus der alpinen Flora der Sudeten nach-

zuweisen, die nach ihm 7 nordische Arten besitzt, die nicht in den Alpen vorkommen, hingegen 52, die aus den Alpen stammen und nicht bis Skandinavien verbreitet sind. Dasselbe ergiebt sich auch aus der Vergleichung anderer Gebirgsfloren. Wichtiger ist die Thatsache, dass die endemischen Pflanzen der Alpen in ungleich grösserem Verhältniss an trockene Standorte gebunden sind, dagegen diejenigen, welche auf sumpfigem oder von Schneewasser durchnässtem Boden gedeihen, im Norden am häufigsten wiederkehren. Unter den endemischen Arten der Alpen schätzt Christ die des trockenen Bodens auf fünf Sechstel der Gesammtzahl, unter den nicht endemischen die Wasser bedürfenden auf drei Viertel. Die Erscheinung ist dem allgemeinen Verbreitungsgesetze der Wasserpflanzen des Binnenlandes analog und beruht hier zugleich nicht bloss auf der gleichmässigeren, sondern auch der geringeren Wärme des Bodens, in welchem diese Pflanzen wurzeln, und wo ihnen ein weiterer Spielraum gewährt wird, an geeigneten Standorten sich anzusiedeln.

Der Austausch der Pflanzen zwischen Orten, die weit von einander entfernt liegen, wie die Alpen von Norwegen, oder gar von Lappland und Spitzbergen, hat vielen Naturforschern nie recht einleuchten wollen. Ich theile diese Bedenken nicht, da Wanderungen des Samens durch die Luft, durch den Wind oder durch Zugvögel vermittelt, über die Zwischenländer, deren Klima nicht geeignet ist, recht wohl möglich erscheinen. Auch vermehren sich die Beobachtungen keimfähiger Samenkörner im Kropf oder zwischen den Federn der Vögel, je mehr man darauf zu achten anfängt [120]). Gewichtiger ist der Einwurf, dass ein ähnliches Verhältniss, wie zwischen den Pflanzen der Alpen und Lapplands, auch bei solchen grösseren Thierformen erkannt worden ist, bei denen eine Wanderung vom hohen Norden bis zu den Gebirgen Mitteleuropas nicht angenommen werden kann. Die Spekulationen über die Eishülle, die in der Periode, die man sonst Diluvium zu nennen pflegte, den Erdboden bedeckt haben soll, fanden hier ein bereites Feld, sich zu versuchen. Die Standorte der arktischen Gewächse auf den Alpen waren den Anhängern dieser Lehre die Ueberreste einer Flora, die ehemals, als die Gletscher sich zurückzuziehen begannen, durch das heutige Waldgebiet allgemein verbreitet war. Die Untersuchungen über das Wohngebiet des Rennthiers in vorhistorischen Zeiten scheinen diese Ansicht keineswegs zu unterstützen. Als dieses Thier in Mittel-

europa lebte, war die Erde bereits längst bewohnt und stand nicht mehr in einer anderen geologischen Periode. Das nordische Thierleben ist verdrängt worden oder hat sich zurückgezogen, als der Ackerbau die Wälder zu lichten und nun das kontinentale Klima einem milderen Himmel zu weichen anfing. So mögen auch manche Pflanzen, die einst, als das Klima der hercynischen Wälder noch rauher war, die Tiefländer zwischen den Alpen und Skandinavien bewohnten, sich in historischer Zeit verloren haben, und dadurch mag der Abstand erweitert sein, der ihre heutigen Fundorte trennt, ohne dass man allgemeine geologische Aenderungen des Erdkörpers anzunehmen nöthig hat.

Vergleicht man die Höhengrenzen der Bäume in südlichen Gebirgen mit der Verbreitung derselben Arten in den Ebenen des Nordens, so zeigen sich in gewissen Fällen eigenthümliche Unregelmässigkeiten, die einer physiologischen Erklärung bedürfen. Da die klimatischen Einflüsse nach vertikalen und horizontalen Richtungen sich nur in beschränkter Weise gleichen, so ist es eigentlich auffallend, dass die Symmetrie in der Anordnung der meisten Gewächse, die ihre klimatischen Höhen- und Polargrenzen erreichen, so gross ist. Man sollte erwarten, dass die Waldbäume, deren klimatische Sphäre sich uns individuell so verschieden zeigte, in vertikalem und horizontalem Sinne weit ungleichmässiger sich verhalten müssten, als dies der Fall ist. Die meisten verschwinden in den Alpen nach aufwärts in derselben Reihenfolge, wie sie in den Ebenen Skandinaviens und Russlands ihre Polargrenzen erreichen. Das gemeinsame Moment, welches in der Dauer und Verkürzungsfähigkeit ihrer Vegetationsperiode liegt, ist von grösserer Bedeutung als die feineren klimatischen Einflüsse, die ausserdem ihre Anordnung bestimmen könnten. Wahlenberg hatte indessen bei seinen vergleichenden Untersuchungen über die Vegetation der Schweiz und Lapplands Abweichungen von dieser Symmetrie bemerkt und behauptet, dass die Bäume in den nordischen Ebenen einem anderen Verbreitungsgesetze folgten als in den Waldregionen der Alpen. Dieser Ansicht trat Martins [121]) entgegen, der nachwies, dass im Berner Oberlande diese Verhältnisse den skandinavischen weit ähnlicher seien als in der nördlichen Schweiz, wo Wahlenberg seine Untersuchungen angestellt hatte. Auf der Grimsel blieb ihm nur eine einzige Abweichung übrig, als er die Höhengrenzen der dortigen Bäume mit ihren Polargrenzen in Norwegen verglich. Diese Ausnahme ist auch jetzt

noch die einzige, allgemein und sicher nachgewiesene Thatsache dieser Art, aber auch gerade desshalb einer näheren Untersuchung werth. Die Erscheinung besteht darin, dass die Buche in den Alpen weit höher ansteigt als die Eiche, wogegen wir gesehen haben, dass die sogenannte Sommereiche (*Quercus pendunculata*) im Norden Europas weit über die Buchengrenze hinausgeht. Die in den bayerischen Alpen von Sendtner[121]) gemessenen Werthe ergeben für die Sommereiche als Höhengrenze 2925 Fuss, für die Buche 4370 Fuss. Eine physiologische Erklärung dieser Ungleichheit der Höhen- und Polargrenzen geht aus den früher erörterten Beziehungen beider Bäume zur Temperaturkurve hervor. Im Gebirge ist der Anfang und das Ende der Vegetationsperiode zunächst durch die Dauer der Schneebedeckung bestimmt, in welche der Winter die Gehänge einhüllt. Von der Linie des ewigen Schnees, wo der Sommer denselben nicht völlig zu verzehren vermag, folgt abwärts eine stetige Reihe von Niveaus, wo man ihn allmälig früher verschwinden und im Herbste sich später erneuern sieht. So lange der Schnee im Schmelzen begriffen ist, steht die Temperatur seiner Umgebungen auf dem Gefrierpunkte: Anfang und Ende der vegetativen Entwickelung ist also durch die Zeitpunkte bestimmt, zu welchen die Sonnenwärme nicht mehr zur Entfernung des Schnees verbraucht wird und das Erdreich sich höher zu erwärmen im Stande ist. Die Vegetationszeit beginnt, kurz nachdem die Schneedecke geschmolzen ist, sie endet, wenn mit den ersten, vielleicht nur vorübergehenden Schneefällen des Herbstes die Bodentemperatur plötzlich unter das Maass sinkt, bei welchem phanerogamische Gewächse vegetiren können. Es fehlt eine Periode, wo dieselbe, in niedrigen, aber über dem Gefrierpunkte liegenden Werthen schwankend, noch bei gewissen Bäumen eine Fortdauer der Blattfunktionen zulassen würde. Dieses Verhältniss entspricht der Entwickelung der Buche, bei welcher zur Zeit der Belaubung (8°) und des Blattfalls (6°) wenig geänderte Temperaturen gefordert werden. Aber für die Eiche ist eine so gestaltete Temperaturkurve ungünstig, da dieser Baum sich bei einer höheren Wärme (10°) belaubt als die Buche, also nach der Entfernung des Schnees bereits eine längere Zeit einbüsst und diesen Verlust nicht, wie in den nordischen Ebenen, dadurch ersetzen kann, dass die Blätter bei einer geringen Luftwärme (2°) sich noch erhalten können. Dies verhindern die frühzeitigen Schneefälle. Die stärkere Wolkenbildung des Gebirgs bewirkt, dass der herbstliche Schnee sich unmit-

telbar an die höheren Temperaturen der Vegetationszeit anschliesst und die Bodenwärme plötzlich herabdrückt, während derselbe wieder wegschmilzt. An der Polargrenze der Eiche, in dem Tieflande Schwedens und Russlands, ist das Klima trockener als in den Alpen: es schaltet sich zwischen dem Sommer und den ersten, bedeutenden Schneefällen eine Periode ein, wo die Temperatur der Luft allmälig zum Gefrierpunkte herabsinkt, und dadurch holt der Baum den Zeitverlust wieder ein, den er durch das verspätete Ausschlagen der Blätter erlitten hatte. Die Buche kann diese herbstliche Periode nicht mehr benutzen, und deshalb bleibt ihre Polargrenze hinter der der Eiche so weit zurück. Der Abschnitt der Temperaturkurve, bei welcher die Buche vegetirt, hat diesseits und jenseits der Wärmekulmination zwei nahezu gleiche Schenkel: bei der Eiche ist der Schenkel, der den Zeitraum der wachsenden Wärme bedeutet, viel kürzer als derjenige, innerhalb dessen sie im Sinken begriffen ist. Hier haben wir also einen Fall, wo feinere physiologische Unterschiede der Receptivität gegen die Wärme die Symmetrie der Höhen- und Polargrenzen stören, aber nur selten werden sich solche Wirkungen nachweisen lassen, weil sie nur an Bäumen gleicher Art erkennbar sind, denen eine grosse Verbreitung und eine Ausdehnung des Wohnorts bis zu den äussersten klimatischen Grenzen zukommt, wie dies bei der Sommereiche und der Buche der Fall ist. Die Birke ist in den Alpen zu wenig verbreitet, um sie sicher mit ihrem skandinavischen Wohngebiet vergleichen zu können: an der Grimsel fand Martins [122]) diesen Baum seiner Polargrenze in Lappland entsprechend in einem weit höheren Niveau als die Fichte (*P. Abies*), während in den bayerischen Alpen die letztere höher ansteigt. Die Kiefer ist ebenfalls in den Hochalpen zu selten, und in beiden Fällen bleibt man ungewiss, ob die klimatischen Höhengrenzen erreicht werden. An der Nordseite der Grimsel ist dies bei der Fichte entschieden nicht der Fall.

Die Linie des ewigen Schnees hat man nicht selten als die obere Grenze des Pflanzenlebens aufgefasst, allein nach dem Verhältniss, in welchem die Schneeregionen der Gebirge zu den schneefreien Tiefebenen der arktischen Flora stehen, ist es einleuchtend, dass nicht klimatische Ursachen die Entwickelung der Organismen auf diesen kalten Höhen ausschliessen, sondern nur das dem Leben feindliche Substrat, in welchem sich die Pflanzen nicht befestigen können, und dessen stetiges Abschmelzen und Verdunsten im Sommer

die Temperatur der Oberfläche nicht über den Gefrierpunkt steigen lässt. Der sogenannte rothe Schnee (*Protococcus nivalis*), eine mikroskopische Alge, welche den ewigen Firn zuweilen mit einem vegetabilischen Anfluge belebt, ist ein neuer Beweis, dass kryptogamische Gewächse bei der Temperatur des schmelzenden Eises gedeihen können. So reichen auch da, wo der Schnee wegen der Steilheit der Gehänge nicht haftet, die Steinlichenen der Alpen weit über die höchsten Phanerogamen hinaus und sind noch auf dem Gipfel des Montblanc bemerkt worden. Auf den Firninseln, wie man in der Schweiz die wegen ihrer Lage und Abdachung schneefreien Plätze oberhalb der Schneelinie nennt, wächst aber auch eine beträchtliche Anzahl alpiner und arktischer Pflanzen von höherer Organisation, eine Vegetation, die auf den höchsten Berggipfeln Graubündtens von Heer [123] untersucht wurde. Das höchste Niveau auf dem Piz Linard (10700 Fuss) erreichte eine winzige, rasenförmig auf den Felstrümmern wachsende Primulacee (*Androsace glacialis*), und von diesem Standorte abwärts bis zur Schneelinie (8500 Fuss) erhebt sich die Phanerogamenflora in den rhätischen Alpen bis zu der Ziffer von gegen 100 Arten, die sich auf 23 Familien vertheilen und also, wenn auch auf höchst beschränkten Räumlichkeiten, dieselbe Mannigfaltigkeit zeigen wie die entsprechende Formation des arktischen Gebiets, ja wie die ganze Flora Spitzbergens. Auch darf man, wenn man damit das noch viel höhere Ansteigen der Phanerogamen im Himalaja vergleicht, gewiss behaupten, dass mit jenen höchsten Standorten der Phanerogamen in den Alpen ein klimatischer Grenzwerth keineswegs erreicht ist, sondern weiter aufwärts nur die zu ihrer Vegetation geeigneten Oertlichkeiten fehlen. Denn eine Bodenwärme, die in jeder Jahreszeit unter dem Gefrierpunkte läge, ist auf schneefreien Gebirgsstöcken wohl niemals beobachtet worden, so dass auch hier, so wenig wie in der arktischen Flora, von einer absoluten Grenze des organischen Lebens die Rede sein könnte. Die Bodenwärme aber ist es, auf der die Vegetation der Schneeregion beruht, da dem von der Sonne erwärmten Boden sich die kleinen, niedergedrückten Stauden anschmiegen, die meist zu polsterförmigen Rasen durch Seitenknospen sich verjüngen und somit, der Samenreife nicht bedürfend, auf das kürzeste Zeitmaass ihre Entwickelung beschränken können. Selbst jene Zwergweiden sind hier noch vertreten, die ihren Holzstamm in den Boden versenken und daher nur durch die das nackte Trümmergestein treffenden Sonnenstrahlen belebt werden. Auf die

Kürze der Vegetationszeit bei den Pflanzen der Schneeregion schloss Heer auch aus dem Umstande, dass sie, ins Tiefland versetzt, ohne Ausnahme als Frühlingsgewächse sich verhielten, die in wenigen Wochen vom Ausschlagen zur Fruchtreife gelangten, und dabei zeigten sie die grösste Unempfindlichkeit gegen die Kälte, so dass sie, selbst in der Blüthezeit vom Frost überfallen, keineswegs zu leiden schienen. Wenn auch an ihrem hohen Standorte einmal in einem Jahre durch Schneeverwehung und Lawinen gar kein Frühling erwachte, würden sie selbst eine mehrjährige Ruhe ertragen, ohne abzusterben. So wiederholen sich vollständig innerhalb der Schneeregion dieselben physischen Bedingungen, welche Baer für die arktische Vegetation auf Nowaja Semlja so charakteristisch gezeichnet hat. Die Beobachtungen Heer's sind später von Martins [124]) wieder aufgenommen und auf andere Theile der Schweizer Alpen ausgedehnt worden: auf den Grands Mulets am Montblanc (9890 bis 10600 Fuss) fand er noch 24 Phanerogamen, wobei das höchste Niveau, in welchem sie vorkommen, fast genau mit dem von Heer in Graubündten beobachteten übereinstimmt, und sodann wies er nach, dass auf diesen Standorten eine grössere Zahl von Arten mit denen der arktischen Floren identisch ist als unter den alpinen Gewächsen unterhalb der Schneelinie.

Die Schneelinie ist, wenn auch keine absolute Schranke des vegetativen Lebens, doch einer der wichtigsten Wendepunkte desselben, weil an ihr die zusammenhängenden Formationen der alpinen Region aufhören. Wenn die Schneelinie über das durchschnittliche Höhenmaass sich hebt oder unter demselben zurückbleibt, sehen wir die nämliche Erscheinung auch an den tiefer gelegenen Vegetationsgrenzen sich wiederholen. Dieser Parallelismus hat in sofern etwas Befremdendes, als die klimatischen Bedingungen, die diesen Verschiebungen zu Grunde liegen, in dem einen Falle auf das Schmelzen des unorganischen Firns, in dem anderen auf die Funktionen der organischen Saftbewegung sich beziehen. Das Gemeinsame besteht indessen darin, dass die Schneelinie da liegt, wo die Sommerwärme nicht mehr ausreicht, die Entblössung des Bodens zu vollenden, und dass ebenso die Temperaturkurve der warmen Jahreszeit es ist, wodurch die Dauer der Vegetationsperiode, freilich bei den einzelnen Gewächsen nach verschiedenen Normen, bestimmt wird. Aber gerade weil diese Normen verschiedener Art sind, die eine Pflanze ihre Entwickelung beschleunigen oder ungleichen Temperaturen sich anbe-

quemen kann, die andere von deren gesetzlichem Gange abhängiger bleibt, während die Schneegrenze unter viel einfacheren Bedingungen steht, so unterliegt der vertikale Abstand jener Parallellinien auch gewissen Schwankungen, die innerhalb unseres Gebiets nicht so beträchtlich sind als in anderen Theilen der Erde. Das Niveau der alpinen Region zwischen der Baum- und Schneegrenze schwankt hier etwa nur zwischen vertikalen Durchmessern von 2000 und 3000 Fuss, und diese Schwankungen sind einerseits von den Baumarten abhängig, welche den obersten Waldgürtel bilden, andererseits von der Masse der winterlichen Schneeanhäufung. Auf den Fjelden des südlichen Norwegens (61°) begreift die alpine Region durchschnittlich die Höhen von 3000—5000 Fuss [125]), in den nördlichen Alpen von 5500—8200 Fuss [126]), auf der penninischen Kette des Montrosa von 6500—9300 Fuss. Sehen wir nun in den verschiedenen Gebirgen die Schneelinien und die Vegetationsgrenzen sich heben oder senken, so entsteht die Frage, in welchen Fällen sie dem normalen Maass entsprechen, in welchen sie über dasselbe hinausgehen oder darunter zurückbleiben. Aber eine genaue Bestimmung ihres normalen Niveaus ist selbst in dem einfachsten Falle, bei der Schneelinie, nicht möglich, weil die zusammenwirkenden Einflüsse zu mannigfaltig sind, die Temperatur während der Periode des Schmelzens nicht bloss von dem Breitengrade, sondern auch von der Form der firntragenden Gebirgstheile, den Niederschlägen, der Nähe des Meers abhängt, und ausserdem die Masse der Schneevorräthe, die zu entfernen sind, in Betracht gezogen werden müsste. Die Formeln, welche man zur Berechnung der Schneegrenze für die einzelnen Breitengrade aufzustellen versucht hat, sind rein empirische Durchschnittswerthe, in welchen die unregelmässige Vertheilung der nach ihrer Höhe und plastischen Gestalt so verschiedenartigen Gebirge auf der Erdoberfläche sich ausspricht, und dazu kommt noch, dass unter den Tropen das Niveau der Schneelinie nicht von der Temperaturkurve, sondern von dem Wechsel trockener und nasser Jahrszeiten bestimmt wird. Da die Einflüsse, von denen die Grenzen der Vegetation abhängen, durch die ungleiche Empfindlichkeit der einzelnen Arten noch verwickelter sind, so ist es hier noch weniger möglich, eine Skale nach den Breitengraden zu entwerfen. Es bleibt daher nur übrig, vergleichungsweise die einander benachbarten oder unter derselben Polhöhe gelegenen Gebirge zusammen zu stellen, wobei sich dann leicht ergeben wird, unter welchen Bedingungen die

Regionen sich heben oder unter das aus jenen Formeln abgeleitete Durchschnittsmaass herabgedrückt werden, und diese Aufgabesoll in der nachfolgenden Uebersicht im Einzelnen zu lösen versucht werden.

Wir beginnen mit den Regionen im skandinavischen Norden, dessen Westküste von dem erwärmenden Einflusse des Golfstroms zunächst beeinflusst wird.

Lappland.[127]

Waldregion	Westliche	Oestliche Gebirgsabhänge.	
Birke (Baumgrenze).			
Hammerfest (70½°)	800′.	Kantokeino (69°)	1680′.
Sulitelma (67°)	1100′.	Quickjock (67°)	2140′.
Kiefer (Coniferengrenze unterhalb der Birkenregion).			
Finmarken (60°)	1020′.		
Alpine Region (Baumgrenze bis Schneelinie).			
Sulitelma (67°)	1100′ bis 3100′.	. . . . .	2100′ bis 4100′.

Südnorwegisches Hochland.[128]

Waldregion	Westliche	Oestliche Gebirgsabhänge.	
Birke (Baumgrenze).			
Hardanger (60°)	2800′.	Tellemarken (60°)	3200′.
Folgefonden (60°: lokale Depression der Höhengrenzen).	1835′. (bis 2030′ bei östl. Exposition).		
Kiefer (Coniferengrenze).	—	Gaustafjeld (60°)	2900′.
Esche.			
Hardanger (60°)	1200′.		
Alpine Region (Baumgrenze bis Schneelinie).			
Jisbraeer (62°)	bis 5000′.	Dovrefjeld (62°)	bis 5000′.
Folgefonden (60°)	1835′ bis 3900′. (2030′ bis 4300′ bei östl. Exposition).	Hardangerfjeld (60°)	bis 5200′.

Besondere alpine Vegetationsgürtel am Hardangerfjeld.

Alpine Sträucher 3200′ bis 3600′. (Zwergbirke bis 3500′).
» Stauden bis 4400′.
Erdlichenen und Moose bis 5200′ (begleitet von *Salix herbacea*).

Die erhöhte Temperatur des Meerwassers, welche längs des norwegischen Gestades und auf den tief in das Innere einschneidenden Fjorden die Eisbildungen des Winters bis zum Nordkap ausschliesst, wirkt im Allgemeinen auf das Niveau der Regionen elevirend, so dass die Schneelinie bis zu den höchsten Breiten des Kontinents und darüber hinaus noch in Spitzbergen (1000 Fuss) ver-

hältnissmässig hoch liegt. Denn unter demselben Parallelkreise, wo der nördliche Ural noch durchaus der baumlosen, arktischen Flora angehört, sind die Abhänge der lappländischen Gebirge von Wäldern erfüllt, und es scheidet sich über ihnen eine alpine Region aus, die bis zum südlichen Norwegen einen in hohem Grade übereinstimmenden Charakter bewahrt, und in welcher das wilde Rennthier seine Weidegründe findet. Auch haben wir gesehen, dass in Skandinavien selbst die Vegetationslinien längs der norwegischen Küste einen nördlichen Bogen beschreiben, dessen Lage dem Einflusse des Golfstroms zuzuschreiben war. Aber um so merkwürdiger ist die Erscheinung, dass im Gebirge die Anordnung der Pflanzen diesem am Küstensaum ausgeprägten Verhältniss zu widersprechen scheint, dass die Regionen an den dem atlantischen Meere zugewendeten Abhängen in ein tieferes Niveau herabsinken als an der östlichen Abdachung gegen das schwedische Tiefland. Die Mittelhöhen der Vegetation liegen unter gleicher Breite höher als am Ural, und dies ist die Wirkung des Golfstroms, aber auf dem engeren Raum des skandinavischen Hochlands selbst übt die plastische Form desselben auf die Pflanzengrenzen und auf die Schneelinie im Verhältniss zu der durch das Meerwasser gesteigerten Jahreswärme den überwiegenden Einfluss im entgegengesetzten Sinne. Wir können einen nördlichen, lappländischen (71° bis 63°) und einen südnorwegischen Typus (63° bis 59°) der Gebirgsbildung unterscheiden. In beiden Fällen stürzt das Hochland an seiner Westseite mit ungemeiner Schroffheit von alpinen Höhen zum atlantischen Meere und zu dessen Fjorden ab, während die östliche Abdachung sanft oder terrassenförmig geneigt in die waldigen Tiefebenen Schwedens allmälig hinüberführt. Aber im Süden des 63. Breitengrads ist zwischen beiden Gehängen die breite, wellenförmig gebaute Hochfläche der norwegischen Fjelde eingeschaltet, die, da sie oberhalb der Baumgrenze liegt, die alpine Region am weitläufigsten entwickelt und einen bedeutenden Theil des Landes der Benutzung und Ansiedelung entzieht. Auf der atlantischen Seite erhöht der Golfstrom zwar die Wärme des Jahrs, aber nicht die des Sommers [129]: denn derselbe wirkt in der Form des Seeklimas, dessen milder Winter und dessen erweiterte Vegetationszeit an dem durch die Fjorde so sehr verlängerten Küstensaum die Vegetationslinien nach Norden rückt. Aber die Höhengrenzen stehen unter einem anderen, einem stärkeren Einflusse. Was das atlantische Meer diesen schroffen Gebirgsabhängen an Wasser-

dampf zuführt, entladet sich hier, so dass die Küste von Bergen zu den feuchtesten [130] Gegenden Europas gehört. Durch diese Wolkenbildungen wird die Sommerwärme in den höheren Niveaus herabgedrückt, und mit ihr sinken die Regionen der Vegetation und die Schneelinie unter die Norm herab. Sobald aber die Höhe des Gebirgsrandes der Fjelde erreicht ist, äussern sich im südlichen Norwegen die entgegengesetzten Einflüsse des Plateauklimas, nun rücken nach Maassgabe des trockeneren und verhältnissmässig wärmeren Sommers alle Grenzen nach aufwärts. Die inneren Fjelde tragen daher viel weniger ewigen Schnee als diejenigen Gebirge, welche bei gleicher Höhe dem atlantischen Meere genähert sind. Auf den Jisbraeern (62°), die der Küste und dem Sognefjord nahe liegen, und die ein Firndach von über 20 Quadratmeilen, das grösste Norwegens, besitzen, lässt sich doch noch eine erhöhte Stellung der Schneelinie erkennen, weil sie mit dem grossen Fjeldplateau zusammenhängen. Die tiefste Lage der Vegetationsgrenzen und der Schneelinie zeigt andererseits der Folgefond (60°), der rings von dicht anschliessenden, nebelreichen Fjorden umgeben ist, zu welchen zahlreiche Gletscher, ihre Umgebungen erkältend, hinabsteigen, und dessen kuppenförmige Plattform (5090 Fuss hoch) grösstentheils mit Firn bedeckt ist, der durch seine Masse zugleich die Sommerwärme in Anspruch nimmt [128]. Nach den örtlichen Verschiedenheiten der Exposition, der Neigung, der plastischen Gestalt wechseln in Norwegen die Höhengrenzen so sehr, dass es schwer hält, Mittelwerthe von einiger Zuverlässigkeit zu erhalten, aber in diesen erst zeigt sich der Einfluss des See- oder Plateauklimas. Fragen wir nun, ob dieselben auf den Küstengebirgen deprimirt oder ob sie auf dem Fjeldplateau elevirt seien, so weicht die Schneelinie von der für diese Breitengrade aufgestellten Formel [128] in ersterer Beziehung fast ebenso sehr ab als in letzterer: man kann die mittlere Depression am Folgefond auf 600 Fuss, die Elevation im Bereiche des Fjeldplateau auf 700 Fuss schätzen [130]. Ich habe diese Verhältnisse mit denen des Himalaja und Tibets verglichen: Schneegebirge grenzen an ein kahles Hochland, wo durch die Plateauerwärmung im Gegensatz zu den dem Meere zugewendeten und durch dasselbe befeuchteten Abhängen alle Höhengrenzen sich verschieben. In Lappland treffen wir auf ähnliche, vielleicht noch stärker ausgesprochene Gegensätze, aber hier dürfte der Baumwuchs an der Küste seinen klimatischen Grenzwerth nach aufwärts kaum erreichen.

Die Vergleichung der skandinavischen Regionen mit denen der Alpen und anderer europäischer Hochgebirge enthüllt uns einige Charakterzüge, welche dem hohen Norden jenes Gepräge grossartiger Naturstille aufdrücken, die den Südländer in diesen Landschaften befremdlich anzieht und des Eingeborenen inniges Anschliessen an seine Heimath begreiflich macht. Denn nicht die Dürftigkeit der Gaben wird empfunden, wenn die Natur durch ihre Grösse sich der Herrschaft der Menschen über ihre Kräfte entzieht. Es sind die grossen Wälder Skandinaviens und die weiten Einöden der Fjelde, die bei allem Reichthum der Wasserverbindungen die menschliche Betriebsamkeit auf enge Räumlichkeiten einschränken und die ursprünglichen Wechselbeziehungen des organischen Lebens ungestört walten lassen.

Die Wälder nehmen in den Gebirgen Skandinaviens einen grösseren Raum ein als in den Alpen, weil die östliche Abdachung so sanft geneigt und in weiteren Abständen von Thälern durchfurcht ist, weil nicht bloss das Klima, sondern auch das geognostische Substrat der Ausbreitung des Ackerbaus entgegensteht. Die ganze Halbinsel vom Nordkap bis zu dem Hügelrücken, der Schonen, die südlichste Landschaft Schwedens, absondert, ist eine zusammenhängende Gneissmasse, die wegen der Langsamkeit ihrer Verwitterung nur wenig Erdkrume frei macht. Dieses überall, auch im Tieflande anstehende Gestein lässt den Charakter des skandinavischen Nordens, sobald man jene Hügel zwischen Schonen und Halland überschreitet, sogleich auffallend hervortreten, der nun bis nach Lappland unverändert bleibt. Bäume mit flacher Wurzelausbreitung, wie die Fichte, können hier ungestört sich vervielfältigen. Ueber dieser Nadelholzregion, die in den Alpen die Baumgrenze zu bilden pflegt, ist in Skandinavien bis zur alpinen Flora allgemein noch ein Gürtel von Birkenwäldern eingeschaltet. An der westlichen Abdachung von Hardanger (60°) folgen die Birken unmittelbar dem Eschenwalde und den Wiesen des Fjordgestades oder wachsen bis zum Ufer mit jenem Laubholze gemischt. An seinem oberen Saume verkümmert der Birkenwald zu Gesträuch und wird hier von hohen Stauden begleitet, die den subalpinen Gewächsen der Alpen entsprechen: es ist die Region der Aconiten (*Aconitum septentrionale* mit *Ranunculus platanifolius*), welche hier mit der strauchförmigen Birke, dort mit der Fichte in Gemeinschaft wachsen. In Lappland zeichnet sich die Birkenregion durch hohen Graswuchs aus: nicht bloss in den ge-

schlossenen Beständen bekleidet eine Rasendecke den Boden, es sondern sich auch fruchtbare Wiesen aus, deren Gräser (*Calamagrostis*) zuweilen beinahe Mannshöhe erreichen [131].

Die alpine Region beginnt mit einer geselligen Vegetation von Zwergbirken (*Betula nana*), die auf dem Fjeldplateau die Rhododendren der Alpen vertreten. Es ist ein armhoher Strauch, der das Brennholz für die Sennhütten liefert. Ueber den Zwergbirken folgen kleinere, zerstreuter wachsende Gesträuche, Vaccinien (*V. Myrtillus*) und ähnliche, Beeren tragende Gewächse (*Empetrum*), zwischen denen die alpinen Stauden anfangen den Boden zu bekleiden, welche sodann die mittleren Höhen der Region einnehmen. Allein diese Formation ist weder an Mannigfaltigkeit noch an Ueppigkeit des Wachsthums mit den alpinen Matten der Alpen irgend zu vergleichen. Auf fünf Fjeldreisen, die einer Weglänge von etwa 30 g. Meilen entsprechen, habe ich in Hardanger nur gegen 100 Arten von Gefässpflanzen in diesen alpinen Höhen auffinden können, unter denen gewisse Stauden zwar durch Häufigkeit der Individuen und durch liebliche Blüthenfarben den Reiz bunter Gebirgsvegetation gewährten, aber ohne Höhe und Dichtigkeit des Wuchses. Der ärmliche Rasen besteht fast nur aus Gräsern, nicht, wie in den Alpen, zugleich aus nahrhaften Kräutern. Ich bemerkte [128], dass in Hardanger zwei Arten von alpinen Stauden beinahe die einzigen waren, die einen wirklichen Rasen bilden, und diese sind nicht grösser als Laubmoose (*Gnaphalium supinum* und *Sibbaldia procumbens*)). Noch mehr wird der Werth der alpinen Formationen auf den Fjelden durch die ungünstige Bewässerung des Bodens eingeschränkt, indem in der Tiefe der Terrainwellen sich Sümpfe und Torfmoore erzeugen, deren Pflanzendecke grösstentheils aus Cyperaceen, aus Seggen und Wollgras besteht (*Carex*, *Eriophorum*). Der oberste Vegetationsgürtel endlich wird auf den norwegischen Fjelden und in Lappland aus Erdlichenen und Moosen gebildet, einer Formation, die in dieser Ausdehnung den mitteleuropäischen Hochgebirgen ganz fremd ist. Bis zu ihnen steigen die alpinen Gefässpflanzen nicht hinauf, nur die Zwergweiden begleiten sie noch (*Salix herbacea* u. a.). Die Abnahme der Wärme, die Verkürzung der Vegetationszeit spiegelt sich charakteristisch in der Reihenfolge der Weidenarten ab, die in vertikaler Richtung einander ablösen: zuerst umsäumen sie als mannshohe Sträucher gesellig das Ufer der Bäche und Flüsse, ehe diese über den Rand des Fjeldplateaus, oft in grossartigen Wasserfällen, her-

abstürzen, dann folgen immer kleiner werdende Arten, bis zuletzt jene Zwerggestalten übrig bleiben, bei denen des Holzgerüst im Boden zurückgehalten wird und die zolllangen Triebe, unter den Moosen und Lichenen verborgen, in wenig Tagen ihre Kätzchen reifen können, sobald ein heiterer Himmel ihre Entfaltung einleitet. Die geringe Neigung der welligen Hochebene ist es, wodurch die Feuchtigkeit sich überall verbreitet und, indem sie den Boden gleichmässig tränkt, auch nur die Temperatur des schmelzenden Schnees dem obersten Vegetationsgürtel zuführt, die die Gefässpflanzen zuzückdrängt und fast nur kryptogamische Bildungen übrig lässt. Auf steileren Gebirgsketten, wo der schmelzende Firn in Gletscherthälern sich einengt und unmittelbar aus diesen die rauschenden Alpenbäche entspringen, können die alpinen Matten bis zur Schneelinie emporsteigen. Die Fjelde hingegen sind den Bedingungen der arktischen Flora ähnlicher als denen der Alpen, und, je nachdem mehr oder weniger Erdkrume sich sammelt, bedeckt sie, wie dort, entweder der grüne Moosrasen oder der Teppich von Erdlichenen mit seiner bunten, aber fahlen Färbung (*Cladonia, Cetraria*). Das Fjeldplateau ist demnach für die Bewohner Norwegens von geringem Werth und grossentheils ungeeignet, eine ergiebige Sennwirthschaft, wie in den Alpen, zu entwickeln. Meilen weit kann man auf diesen öden Flächen umherwandern, ehe man im Sommer einen Hirten antrifft. Das Missverhältniss, welches zwischen der Ausdehnung der Hochfläche und den entlegenen Fjordthälern besteht, an deren Gestade die vereinzelten Gehöfte sich reihenweise vertheilen, lässt es nicht einmal zu, dass die Hülfsquellen, welche die gute Jahrszeit der Viehzucht darbieten könnte, entsprechend benutzt werden, weil die Ernährung der Heerden in den übrigen Monaten durch den geringen Umfang der Uferlandschaft in den vom Meere erfüllten Thälern beschränkt wird. So bleiben die Fjelde weithin ungestört sich selbst überlassen: aber dem Thierleben, welches sie erzeugt haben, gewähren sie dieselben Vortheile, die der arktischen Flora eigen sind, sie spenden die im Schnee des Winters frisch erhaltenen Nahrungsstoffe, die Fülle von Beeren, den Grasrasen und die Erdlichenen, deren Bedeutung aus ihrer Bezeichnung als Rennthierflechte schon hervorgeht. Dass der Schneefall plötzlich die Hochfläche einhüllt und der Vegetation ein Ziel setzt, dadurch eben wird die Zersetzung der organischen Verbindungen gehindert, so dass sie viele Monate lang den Bedürfnissen der doch nur spärlich vorhandenen, überwinternden Thiere genügen.

Fassen wir nun die übrigen Gebirge der höheren Breiten des Gebiets zusammen, so werden sich daraus noch nähere Vergleichungspunkte mit Skandinavien ergeben.

Schottische Hochlande [57° N. B.]. [132]

Waldregion. 0′ bis 2500′.
- Birke (Baumgrenze) . . . . . bis 2500′.
- Kiefer . . . . . bis 2100′.
- Eiche . . . . . bis 1000′.

Alpine Region. 2500′ bis 4100′ (Schneelinie nicht erreichend).
- Calluna . . . . . 0′ bis 3000′.

Ural.

Waldregion (61° N. B.) bis 2350′. [133]
- Lärche (Baumgrenze) . . . . . bis 2350′.
- Fichte (Baumgrenze: 54° N. B.) . . . . . bis 4000′. [134]
- Birke (54° N. B.) . . . . . bis 3850′.

Alpine Region (64° N. B.) 1700′ bis 4500′. [135]

Stanowoi (Aldan).

Waldregion (60° N. B.) bis 3500′. [136]
- Lärche (Baumgrenze: 56° N. B.) . . . . . bis 4000′ (?) [137]
- Fichte und Kiefer (56° N. B.) . . . . . bis 3500′.

Alpine Region (56° N. B.) 4000′ (?) bis 6000′ (Schneelinie nicht erreichend).
- Strauchförmige Arve (*P. Cembra*) . . . . . bis 6000′.

Kamtschatka [56° N. B.]. [138]

Waldregion. 0′ bis 2900′.
Alpine Region. 2900′ bis 4900′ (Schneelinie).

Auf den schottischen Hochlanden, welche die Schneelinie nicht erreichen, ist das Seeklima noch entschiedener ausgebildet als an der Westküste Norwegens. Der Winter ist bedeutend milder [139], die Sommerwärme nicht wesentlich geändert, aber die höchsten Anschwellungen des Bodens (57° N. B.) liegen einige Grade südlicher als die Fjelde. In der Baumgrenze, die auch hier durch die Birke gebildet wird, zeigt sich der deprimirende Einfluss des Seeklimas ebenso stark als am Folgefond ausgedrückt, aber der Wald ist auf den Hochlanden zurückgedrängt, und daher schwanken die Angaben über die untere Grenze der alpinen Flora weit bedeutender als in Skandinavien. In den nördlichsten Gegenden Schottlands sind die Gebirge grösstentheils kahl und mit Haide, mit Calluna, bewachsen: hier bestimmt die Schafzucht, da die Heerden das ganze Jahr hindurch die Weide benutzen können, den doch nur

geringfügigen Werth des Bodens. Auf den unregelmässig geordneten Höhenzügen der Grampians (57°) und am kaledonischen Kanal, wo die alpine Region sich weitläufiger ausbreitet, reichen die Wälder, ebenfalls mit Haiden wechselnd, auch nur selten bis zu ihrer klimatischen Niveaugrenze, die man daher nur aus den Beobachtungen über das höchste Vorkommen der Birke (2500 Fuss) und der Kiefer (2100 Fuss) zu erkennen vermag. Die Anordnung dieser beiden Bäume aber entspricht durchaus den Verhältnissen Norwegens: nur die Fichte fehlt, die den britischen Inseln fremd geblieben ist. Nach Maassgabe der Polhöhe zeigen die Grampians die vollkommenste Uebereinstimmung mit dem Folgefond in Hardanger: was in Norwegen als eine extreme Wirkung des Seeklimas erschien, wird in Schottland zur gesetzlichen, klimatischen Norm. Eigenthümlich ist sodann die Erscheinung, dass die Calluna, die den Wald gleichsam verdrängt zu haben scheint, über die Baumgrenze hinaufrückt und von der Küste aus noch in die Region der alpinen Sträucher eintritt, bis auch hier, wie auf den Fjelden, über die Haide und die Zwergbirke hinaus die Vaccinien und Empetrum noch höher ansteigen. Da ferner der Waldschatten es ist, der die alpinen Stauden von den tieferen Regionen abscheidet, so lässt die offene Haide es zu, dass manche derselben in Schottland weit allgemeiner unter das Niveau der baumlosen Region herabsteigen, als dies anderswo der Fall ist.

Der Ural bildet vermöge seiner nördlichen Erstreckung bis zur Insel Waigatsch die einzige unmittelbare Verbindung der arktischen mit der alpinen Flora Europas. In der Nähe des Polarkreises [140]) liegt hier am Fusse des Gebirgs die aus Fichten (67°) und Lärchen (68°) gebildete Polargrenze des Waldes. Diesem Verhältniss entspricht es, dass auch in der Breite der norwegischen Fjelde (61°) die Waldregion um mehr als 600 Fuss tiefer liegt als dort. Ja wir müssen, die Richtigkeit dieser von Kowalski herrührenden Messungen vorausgesetzt, die Depression der Baumgrenze des nördlichen Ural im Vergleich mit Skandinavien noch höher anschlagen, weil hier der am höchsten ansteigende Baum die Lärche ist, die, wo sie die Birke begleitet, gewöhnlich über diese und so auch über die Fichte hinausgeht. Dürfen wir diesen Unterschied im Niveau der Regionen nun zwar in erster Linie dem Golfstrom zuschreiben, der Skandinavien bevorzugt, so hat der Ural selbst doch auch an der Erscheinung seinen besonderen Antheil. Wild und felsig ist der arktische Theil des Gebirgs [140]), überall von Geröllen bedeckt

und vegetationslos. Nur am Fusse der Berge zeigt sich die Vegetation der Tundren, dann folgen einförmig graue Trümmergefilde, eine Oede, wo nur Steinlichenen Gedeihen finden. Auf einem über 4000′ hohen Gipfel (68°) schien dem Reisenden Schrenk alle Vegetation weithin erstorben, auch der Schnee fehlte, und nur in der Tiefe der Thäler liess sich hin und wieder verstreut ein bräunlich grüner Fleck, eine kümmerliche Oase des Pflanzenlebens entdecken. Auch in südlicheren Breiten, wo der Ural weithin von dichten Wäldern bedeckt ist, erscheint auf den höheren Gipfeln die alpine Region öde und mit Felsgeröllen bedeckt, wodurch denn auch hier der Baumwuchs zurückgedrängt wird, der daselbst nur an dem höchsten Gipfel, dem Iremel-Tau (56°), seine klimatische Grenze zu erreichen scheint. Und doch verleihen die Thäler im nördlichen Ural den Bäumen einen grösseren Schutz als die offene samojedische Tiefebene, wo die Nordgrenze des Waldes den Polarkreis nicht überall erreicht (66°), den sie im Gebirge um etwas überschreitet. Man sollte erwarten, dass der Ural, der meist nur einen einfachen Bergrücken bildet oder aus wenigen, schmalen Parallelketten zusammengesetzt ist, im Ganzen betrachtet den deprimirenden oder elevirenden Einflüssen der plastischen Bodengestaltung und der Temperaturvariation weniger als andere Gebirge unterworfen wäre. Nicht die Masse des Felsgebäudes vermag die Regionen zu heben, nicht das Seeklima sie herabzudrücken, welches eben hier in das kontinentale Sibiriens übergeht. Dennoch verhalten sich die Niveaugrenzen im Norden und Süden entgegengesetzt. Im Bereiche Südeuropas werden wir Erscheinungen kennen lernen, welche zeigen, dass, wenn die Nähe des Meers die Regionen herabdrückt, das kontinentale Klima keineswegs in jedem Falle elevirend, sondern, über ein gewisses Maass gesteigert, ebenfalls deprimirend wirken kann. Je nachdem der Winter oder die Vegetationszeit auf bestimmte Gewächse den überwiegenden Einfluss äussert, ist die gesteigerte Temperaturvariation von entgegengesetzten Wirkungen begleitet. Wir besitzen aus dem südlichen Ural vom Iremel, wo die geognostischen Verhältnisse günstiger sind als an anderen, waldloseren Nachbargipfeln, eine Beobachtung von Lessing über die Baumgrenze, welche gerade das Gegentheil von dem zeigt, was die Messungen Kowalski's im Norden ergeben. Die Baumgrenze erreicht daselbst (54°) die Höhe von 4000 Fuss, dasselbe Niveau wie in den Sudeten, die vier Breitengrade südlicher liegen. Diese kontinentale Elevation ist um so entschei-

dender erwiesen, als in beiden Fällen die Fichte am höchsten von allen Bäumen ansteigt, am Iremel sogar höher als die Birke. Die Erscheinung kann dadurch erklärt werden, dass die deprimirende Wirkung des Seeklimas in östlicher Richtung sich allmälig vermindert, bis sie am Ural ihr Ziel findet, so dass dessen Klima die Regionen überall auf ein höheres Niveau heben würde als im übrigen Europa, wenn nicht der geognostische Bau des Gebirgs diese Vortheile in den meisten Fällen und namentlich im Norden wieder aufhöbe. Die alpine Flora des nördlichen Ural ist ebenso einförmig wie dort: Schrenk sammelte daselbst gegen 100 Arten, von denen die grosse Mehrzahl (70) zugleich in den arktischen Tundren gefunden wird.

Jenseits der sibirischen Tiefebene erhebt sich im Gebiete der Nadelhölzer der nördliche Theil des Stanowoi, der auch das Aldangebirge genannt wird, zu alpinen Höhen. Die Baumgrenze, welche daselbst durch die Lärche gebildet wird, scheint noch etwas höher zu liegen als unter entsprechender Polhöhe am Ural. Die Sommerwärme[141]) ist in Slatoust am Ural (55°) fast dieselbe wie in Jakutsk (62°), das Klima daher auch am Stanowoi kontinentaler und der Winter ungleich strenger. Also auch hier wie im südlichen Ural ist die Baumgrenze durch das kontinentale Klima gehoben, und dies ist erklärlich, weil die Lärche ihre Vegetationszeit so ausserordentlich verkürzen kann und also viel weniger von der Winterkälte als von der Sommerwärme beeinflusst wird. Die entgegengesetzten Wirkungen des kontinentalen Klimas können nur bei Gewächsen eintreten, die einer längeren Vegetationszeit bedürfen oder empfindlich gegen die Kälte sind und deshalb von der Dauer und Strenge des Winters leiden. Aber auch dadurch ist der Stanowoi günstiger gestellt als der Iremel, dass die Baumgrenze durch die Lärche und nicht, wie am Ural, durch die Fichte gebildet wird, die nicht so hoch steigt, wie dies auch hier bei dem ersteren Baume möglich wäre. Die alpine Region des Stanowoi ist von einer Strauchform der Arve (*Pinus Cembra pumila*) bewachsen, die in den Gebirgen Ostsibiriens ziemlich verbreitet ist. So hat man[142]) auch in den Alpen beobachtet, dass die Arve daselbst über die Lärche noch hinausgeht.

Die verminderte Sommerwärme von Kamtschatka ruft endlich noch einmal die Erscheinung hervor, dass in der Nähe des Meers die Regionen sinken. Freilich ist der Unterschied in den Messungen

nicht so bedeutend, als es der Fall sein würde, wenn nicht bei denselben einige Nebenumstände mitwirkten. Die Beobachtungen wurden von Erman an dem hohen Vulkan Kliutschewsk angestellt, dessen Kegel auf einer Hochfläche ruht, deren Relief den Baumwuchs zu fördern scheint. Sodann soll der am höchsten ansteigende Baum die nordische Erle (*Alnus incana*) sein, so dass eine sichere Vergleichung mit den Niveaugrenzen der sibirischen Nadelhölzer ausgeschlossen ist. Wollte man indessen ein Gewicht darauf legen, dass diese Erle daselbst über jenen Arvenstrauch hinausgeht [143]), der im Stanowoi die alpine Region einnimmt, so würde die Depression der Grenzen in Kamtschatka nach Maassgabe dieses letzteren höchst erheblich sein.

Zwischen Skandinavien und den Alpen, in der Nähe des 50. Parallelkreises, verdienen der Harz und die Sudeten, denen andere westliche und östliche Mittelgebirge sich anreihen, sodann die Karpaten, endlich der Altai und das Apfelgebirge zwischen dem Baikal und Amur einige nähere Erläuterung.

Harz [52°]. [144])

Waldregion bis 3200′.
- Fichte (Baumgrenze) bis 3200′.
- Buche . . . . . bis 2000′ [Thüringer Wald bis 2300′ Hundsrück bis 2500′]. [145]) [146])

Alpine Region. 3200′ bis 3500′ (Brockengipfel).

Sudeten [Riesengebirge: 51°]. [147])

Waldregion bis 3600′.
- Fichte (Baumgrenze) bis 3600′ (Gesenke bis 4000′).
- Birke . . . . . bis 3900′.
- Buche . . . . . bis 2000′ [lokal bis 3600′] [146]).
- Eiche . . . . . bis 1500′.

Alpine Region. 3600′ bis 4930′ (Gipfel der Schneekoppe).
- Krummholz (*Pinus Mughus*) 3600′ bis 4400′.

Böhmer Wald [49°]. [148])

Waldregion bis 4500′.
- Fichte (Baumgrenze) bis 4500′.
- Buche und Edeltanne bis 3600′.

Alpine Region. 4500′ bis 4540′ (Gipfel des Arber).

Tatra [Central-Karpaten: 49°]. [149])

Waldregion bis 4800′. [148])
Arve (*Pinus Cembra*) und Birke bis 4800′.
Fichte (Grenze des dichten Waldes) } bis 4600′.
Lärche }
Buche . . . . . bis 3100′ (am Kriwan bis 3900′).
Alpine Region. 4800′ bis 6900′ (Schneegrenze, aber Schnee wegen Steilheit der Gipfel nicht haftend).
Krummholz. 4600 bis 6000′ [150]).

Altai [50°] [151]).

Waldregion bis 6000′ (Nordabhang: bis 5500′, Südabhang: bis 6500′).
Lärche und Arve (Baumgrenze) bis 6000′.
Birke . . . . . bis 5000′.
Alpine Region. 6000′ bis 8000′ (Schneelinie).

Sajan [östlicher Altai: 50°] [152]).

Waldregion bis 6850′.
Lärche (Baumgrenze) bis 6850′.
Birke . . . . . bis 5400′.
Alpine Region. 6850′ bis 9950′ (höchste Phanerogamen, wenig Schnee).
Zwergbirke mit *Rhododendron parvifolium* bis 8250′.

Apfelgebirge [Jablonnoi, Fortsetzung des Stanowoi: 50°] [152]).

Waldregion bis 6100′.
Arve (Baumgrenze) bis 6100′.
Birke . . . . . bis 5000′ (am Baikal bis 3750′).
Alpine Region. 6100′ bis 7750′ (Gipfel des Sochonda).

Auch in diesen Parallelkreisen ist vom Harz bis zum Altai und darüber hinaus durch das Ansteigen der Vegetationsgrenzen bis zu mehr als dem doppelten Niveau der Gegensatz des See- und Kontinentalklimas ausgedrückt. Allein die Unterschiede zwischen dem Harz und den Sudeten, sowie zwischen diesen und den Central-Karpaten scheinen doch zu bedeutend zu sein, als dass sie unmittelbar aus diesem klimatischen Einflusse abgeleitet werden könnten. Denn am Fusse des Harzes und des Riesengebirgs ist die Sommerwärme wenig verschieden [153]), und doch heben sich in den Sudeten, wenn auch die Durchschnittsangaben nur um 400 Fuss von einander abweichen, unter günstigen, örtlichen Bedingungen dieselben Baumarten um mehr als das Dreifache dieses Werths, bei der Buche um 1600 Fuss. Am Harze erreichen, wie theils die Kulturversuche,

theils die Verkümmerung der Bäume über einem gewissen Niveau beweisen, die Buche und die Fichte ihre klimatischen Höhengrenzen (2000 und 3200 Fuss), auf den Sudeten ist dies in der Regel nicht der Fall: Ratzeburg sah noch hochstämmige Buchen bei 3600 [146], Wimmer Fichten bei 4000 [147], Goeppert bei 4400 Fuss [146]. Der Harz aber theilt die Depression seiner Pflanzengrenzen mit den übrigen Bergzügen des westlichen Deutschlands, mit dem niederrheinischen Schiefergebirge, auch noch mit dem Thüringer Walde. Die Sudeten bilden bereits den Uebergang zum Böhmer Wald und zu den Karpaten, an denen die Bäume noch viel höher ansteigen. Am Böhmer Wald entspricht das höhere Niveau der Waldgrenze seiner Lage zwischen den Sudeten und den Alpen. Ratzeburg hat die Meinung ausgesprochen, dass die Ursache in der verschiedenen Höhe und Bildungsweise der mitteldeutschen Gebirge liege, dass die westlicher gelegenen dem Walde über dem Niveau von 2000 Fuss nicht mehr hinreichenden Schutz gewähren [154]. Ich möchte indessen bei meiner früher schon geäusserten Ansicht [155] stehen bleiben, dass der Unterschied der Höhengrenzen auf ähnlichen Ursachen beruhe wie in Norwegen. Der Harz und die rheinischen Gebirge liegen dem Meere und dem herrschenden Nordwestwinde frei gegenüber und sind daher in höherem Grade geeignet, den Wasserdampf der Nordsee niederzuschlagen, als die so viel tiefer landeinwärts gelegenen Sudeten. Setzen wir voraus, wie die Besucher des Brockens im Sommer so häufig zu erfahren pflegen, dass die Wolkenbildungen daselbst in dieser Jahreszeit beträchtlicher sind, so wird auch die Sommerwärme in vertikalem Sinne rascher abnehmen und dadurch die Waldregion herabdrücken. Hiemit stimmen nun die Messungen des Brockenklimas [153] in sofern überein, als die Sommerwärme ($7°2$) für ein Niveau von 3500′ im Verhältniss zum Fusse des Gebirgs niedrig ist, während die Winterkälte nicht in gleichem Grade zunimmt. Leider besitzt man keine ähnlichen Beobachtungen von den Höhenpunkten der Sudeten, wodurch erst der volle Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht zu liefern wäre. Ist sie begründet, so hätte man ein Recht, den Brocken, der vielleicht 35 g. Meilen von der Nordsee entfernt liegt, mit dem Folgefond, die doppelt so weit landeinwärts gelegene Schneekoppe mit den inneren Fjelden Norwegens zu vergleichen. Der Folgefond und der Gausta in Tellemarken verhalten sich in ihren Vegetationsgrenzen gerade so wie der Harz und die Sudeten, aber da sie näher zusammenliegen und ihre klimatischen

Bedingungen sich daher leichter unterscheiden lassen, so ist hier die Erscheinung aus dem mittelbaren Einflusse des Meers leichter abzuleiten. Sänke die Fichtengrenze von der nördlichen Schweiz (48°) bis zum Gausta (60°) gleichmässig mit der wachsenden Polhöhe herab, so müsste sie in der Breite des Harzes (52°) ein Niveau von 4500 Fuss erreichen, und bei 4400′ sah Goeppert in der That die höchsten Fichten des Riesengebirgs (51°).

Die Vegetation der Sudeten ist der der Central-Karpaten nahe verwandt, von denen sie nur durch den Thaleinschnitt der Jablunka getrennt werden. Um so merkwürdiger ist, wie plötzlich die Baumgrenze um etwa 1000 Fuss und in der alpinen Region das Krummholz der Tatra sogar um 1600 Fuss höher ansteigt. Allerdings nimmt von Schlesien bis zum Fusse der Karpaten [156]) die Sommerwärme nicht unerheblich zu und zugleich wird der Winter strenger. Aber von grösserer Bedeutung ist hier die plastische Bildung beider Gebirge. Der Tatra besteht aus einer gedrängten Gruppe von steilen, alpinen Gipfeln auf einer hochgelegenen, bewaldeten Grundfläche: die Masse der Bodenanschwellung, deren höchste Pässe beinahe die Schneelinie erreichen, ist es, welche hier eine langsamere Abnahme der Sommerwärme in vertikalem Sinne bewirken wird als auf den schmalen Kämmen der Sudeten. Eigenthümlich ist das Verhalten der Buche, die in den Karpaten an der Elevation der Baumgrenzen keinen Theil hat. Sie steigt am Kriwan, dem westlichsten Hochgipfel der Tatra, wenig höher (3900 Fuss) als in gewissen Theilen des Riesengebirgs, im Innern jener alpinen Gruppe bleibt sie noch unter diesem Niveau zurück (bis 3100 Fuss). Sie erleidet eine Depression, weil sie eine Verkürzung der Vegetationsperiode unter ein gewisses Maass nicht erträgt: es ist der erste Fall, dass ein kontinentaler werdendes Klima nicht durch die gesteigerte Sommerwärme, sondern durch die Dauer des Winters und also beschränkend auf das Gedeihen eines Baums einwirkt.

Die centralen Karpaten haben auch in sofern ein besonderes Interesse, als hier die Lärche und die Arve unter den Waldbäumen vertreten sind, wodurch eine unmittelbare Vergleichung mit den unter entsprechender Polhöhe gelegenen, sibirischen Gebirgen möglich wird, wo dieselben Bäume die Waldgrenze bilden. Das mittlere Niveau, zu welchem am Altai die Wälder sich heben, beträgt 6000 Fuss und liegt 1200 Fuss höher als die Arve, 1400 Fuss höher als die Lärche auf dem Tatra ansteigt. Der westliche Altai erhebt

sich frei aus dem Tieflande, die Erscheinung kann daher als ein einfacher Ausdruck der Wirkungen des Kontinentalklimas auf die Höhengrenzen dieser Bäume aufgefasst werden, die daselbst am höchsten ansteigen und mit denen der Karpaten entweder identisch oder nur klimatisch verändert sind. Anders verhält sich der östliche Altai oder die Kette des Sajangebirgs, welche an die hohen Steppen Dauriens angrenzt und durch eine weitere Elevation der Lärchengrenze (bis 6850 Fuss) den Plateaueinfluss dieser zum System der Gobi gehörigen Landschaften erkennen lässt; aus deren 2500—3000 Fuss hoher Grundfläche jener alpine Wall sich erhebt. Hier steigt die sibirische Varietät der Lärche an der Südseite des fast 11000 Fuss hohen und doch von Firn und Gletschern grossentheils entblössten Munku-Sardik 2250 Fuss höher an als die europäische am Tatra. Jenseits des Baikal-Sees, wo diese Einflüsse des trockeneren Klimas auf die Sommerwärme aufhören, finden wir im Apfelgebirge auch die Arve wieder in fast ebenso tiefem Niveau wie im westlichen Altai. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich auch bei der Birke, die im Sajan höher ansteigt und in den feuchten Umgebungen des Baikals die tiefste Depression erleidet.

Die Breitenzone der Alpen fällt am schwarzen Meere bereits in das Steppengebiet, und die Lage der Regionen, welche von der Auvergne bis Siebenbürgen der geographische Zusammenhang verbindet, ist von den Unterschieden des Klimas weniger als von dem Bau der Gebirge abhängig.

Auvergne [45° N. B.] [157]).

Waldregion bis 4600′.
Fichte (Baumgrenze) . . . . . bis 4600′.
Edeltanne . . . . . bis 4500′.
Bergwiesen mit alpinen Bestandtheilen. 4600′ bis 5800′ (Gipfel).

Jura [47° N. B.] [158]).

Waldregion bis 4600′.
Fichte und Edeltanne (Baumgrenze, aber geschlossener Wald nur 2150′ bis 3400′).
Buche . . . . . bis 2800′.
Weinkultur . . . . . bis 1700′.
Alpine Region. 4600′—5300′ (Gipfel).

Vogesen [48° N. B.] [159]).

Waldregion bis 4000′.
Alpine Region 4000′ bis 4400′ (Gipfel).

Schwarzwald [48° N. B.] [160].

Waldregion bis 4200′.
Alpine Region 4200′ bis 4600′ (Gipfel).

Nördliche Alpenkette [47—48° N. B.] [161].

Waldregion bis 5500′.
- Fichte (Baumgrenze) . . . . . bis 5500′.
- Buche . . . . . bis 4200′.
- Getraidebau . . . . . bis 2700′.
- Weinbau . . . . . bis 1500′.
- Messungen aus den bayerischen Alpen [162]:
  - Arve . . . . . bis 5750′.
  - Lärche . . . . . bis 5600′.
  - Fichte . . . . . bis 5300′.
  - Edeltanne . . . . . bis 4600′.
  - Buche . . . . . bis 4400′.

Alpine Region. 5500′ bis 8200′ (Schneelinie).
- Alpine Sträucher . . . . . bis 7000′ [163].
- Krummholz und *Alnus viridis* . bis 6300′.
- *Rhododendron ferrugineum* . . . bis 6250′ [162].
- *Rhododendron hirsutum* . . . . bis 7500′.
- Vaccinien . . . . . bis 7000′.
- Alpine Stauden . . . . . bis 8200′.
- Zwergweiden . . . . . bis 7800′.

Centrale Alpenkette [46—47° N. B.] [161].

Waldregion bis 6000′.
- Fichte (Baumgrenze) . . . . . bis 6000′.
- Buche . . . . . bis 3900′.
- Getraidebau . . . . . bis 4000′.
- Weinbau . . . . . bis 1800′.
- Messungen im Engadin und in den penninischen Alpen:
  - Arve und Lärche (Baumgrenze . bis 6500′ [lokal über 7000′] [164].
  - Fichte . . . . . bis 6100′ (lokal bis 6600′).
  - Buche . . . . . bis 4800′.
  - Getraidebau . . . . . bis 4700′ (lokal bis 6100′ s. u.).
  - Weinbau . . . . . bis 2750′.
- Messungen aus den Salzburger Tauern [165].
  - Arve und Lärche . . . . . bis 6000′.
  - Fichte . . . . . bis 5000′.
  - Edeltanne . . . . . bis 4000′.

Alpine Region. 6000′ bis 8400′ [Schneelinie in den penninischen Alpen erst bei 9300′] [161].

Südliche Alpenkette. (Schneelinie 8600′ nach Schlagintweit). Dauphiné [45° N. B.] [166]).

Waldregion. Baumgrenze schwankend zwischen 5200′ und 7700′.
Arve und Lärche (Baumgrenze: lokal bis 7700′).
Fichte . . . . (Baumgrenze: lokal bis 5800′).
Edeltanne (Obere Grenze schwankend zwischen 5000′ und 6300′).
Buche . . . . . bis 4500′.
Alpine Region. 5800′ (7700′) bis zur Schneelinie.
Rhododendron . . . . . bis 7400′.

Dolomitalpen in Südtirol [46° N. B.] [167]).

Waldregion bis 6700′ (Geschlossener Wald bis 5500′, darüber Krummholz mit einzelnen Lärchen und Fichten).
Arve (Baumgrenze). . . . . bis 6700′.
Buche . . . . . bis 5000′.
Weinbau . . . . . bis 1500′.
Alpine Region. 6700′ bis zur Schneelinie.

Illyrische Karst-Alpen [46° N. B.] [168]).

Waldregion bis 4700′.
Buche (Baumgrenze) . . . . . bis 4700′.
Cerris-Eiche. . . . . bis 2000′.
Alpine Region. 4700′ bis zum Gipfel.
Krummholz . . . . . bis 6000′.

Dinarische Alpen in Bosnien [44° N. B.] [169]).

Waldregion bis 5000′.
Fichte (Baumgrenze) . . . . . bis 5000′.
Buche . . . . . bis 4000′.
Alpine Region. 5000′ bis 5500′ (Gipfel des Vlassich).

Siebenbürgische Karpaten (45—46° N. B.] [170]).

Waldregion bis 5600′.
Fichte (Baumgrenze) . . . . . bis 5600′.
Buche . . . . . bis 4000′.
Alpine Region. 5600′ bis 7900′ (Gipfel).
Krummholz. . . . . bis 6300′.
Alpine Stauden . . . . . bis 7900′.

Um in den Alpen die Höhenstellung der Regionen würdigen zu können, müssen wir uns ihre orographische Gestaltung vergegenwärtigen, die auch für die Anordnung der einzelnen Arten, insofern sie ihre Wanderung erschwert, von überwiegender Bedeutung ist.

Zunächst pflegt man drei Hauptketten zu unterscheiden, die durch Reihen von grossen Längsthälern gesondert werden, und von denen die mittlere vorherrschend aus krystallinischen Schiefern, die nördliche und südliche grossentheils aus Kalkgesteinen gebildet sind. Allein diese Ketten bestehen eigentlich nur aus Gruppen von zusammengedrängten alpinen Gipfeln und Alpenhörnern, deren Axenrichtung ungleich ist, und die durch Pässe oft kaum von der halben Höhe des Hauptkamms oder zuweilen durch noch viel tiefer einschneidende Thäler von einander geschieden werden. Diese absondernde Anordnung der alpinen Gebirgsgruppen setzte in jeder Richtung der Verbreitung der Pflanzen gewisse Hindernisse entgegen, ebenso die Verschiedenheit des geognostischen Substrats dem Uebergang von einer Hauptkette zur andern. In den centralen Schieferalpen ist die Bodenanschwellung verhältnissmässig am bedeutendsten, und da auch ihre Thalsohlen höher liegen und die Neigung der Abhänge minder steil zu sein pflegt, so sind hier günstigere Bedingungen für die Erwärmung durch die Sonne gegeben, die Regionen liegen daher in einem höheren Niveau als in den schrofferen Kalkalpen. Zwar kommen der südlichen Kette durch die südlichere Lage und durch den Schutz, den die vorliegende Centralkette gegen nördliche Luftströmungen gewährt, ähnliche Vortheile zu Gute, die jedoch mehr auf die tief gelegenen Ausgangsthäler als auf die Höhengrenzen der Vegetation einwirken. Von diesen letzteren sind, da die westlichen und östlichen Gebirgstheile sich sehr ungleich verhalten, die Durchschnittswerthe schwierig anzugeben, und, wenn es versucht würde, läge das mittlere Niveau der Regionen doch kaum so hoch als in den höchsten Erhebungen der Centralkette. Diese Ungleichheit beruht auf der mannigfaltigeren geognostischen Zusammensetzung und auf der im Osten hervortretenden Eigenthümlichkeit des Karstplateaus, aus welchem die Hochgipfel nur vereinzelt sich erheben, aber noch verwickelter wird das Verhältniss der drei Hauptketten durch die an beiden Endpunkten ihrer westöstlichen Erstreckung erfolgende Richtungsänderung, wodurch der Gebirgszug der Alpen in einer fast symmetrischen Kurve die norditalienische Ebene und das adriatische Meer umspannt. Da jedoch sowohl im Dauphiné wie in Croatien die dreigliedrige Anordnung der Hauptketten in einfachere, wiewohl unregelmässige Bildungen übergeht, so kann man diese südwärts gelegenen Schenkel des Systems als einen Theil der südlichen Alpen auffassen, der durch seine in das

eigentliche Mediterrangebiet vorspringende Stellung von dem westöstlichen Hauptzuge sich unterscheidet. Es ist bemerkenswerth, dass die Biegung der Centralkette zum Dauphiné von der Gruppe des Montblanc ausgeht, die nicht bloss die höchste, sondern auch die dem Jura am meisten genäherte ist, als ob die grösste Kraft sich da erwiesen hätte, wo sie gebrochen ward, als ob eine schon von einer früheren geologischen Periode her bestehende Belastung der Erdrinde ein Gegengewicht gegen den Hebungsact auszuüben und die westöstliche Axe der penninischen in die südliche Richtung der grajischen und cottischen Alpen hinüberzuführen vermocht hätte. Diese Vorstellungsweise findet darin eine gewisse Berechtigung, dass der Jura erst in der Grande Chartreuse mit den westlichsten Vorbergen der Alpen des Dauphiné unter spitzem Winkel zusammenhängt, ein Verhältniss, welches für die Vegetation jenes Gebirgs von besonderer Bedeutung ist, indem die Einwanderung der Alpenpflanzen auf dasselbe nicht von der Schweiz, sondern von diesem südlichen Verbindungspunkte aus erfolgt zu sein scheint.

Die höhere Lage der Regionen in der Centralkette im Verhältniss zu den nördlichen Kalkalpen ist zwar eine allgemeine Erscheinung, aber sie tritt um so bedeutender hervor, je mehr in der Richtung von Osten nach Westen die Höhe der Alpen zunimmt. Die Erhebung der Baumgrenze im Engadin, dem Hochlande des oberen Inn, wo sie zuerst von Kasthofer nachgewiesen wurde, ist später[164]) von Heer und Mohl bestätigt und in anderen Theilen der höchsten Alpen in der Schweiz und Savoyen erkannt worden. Der Unterschied ist übrigens im Engadin für Bäume gleicher Art auf kaum 600 Fuss anzuschlagen, aber da die Lärche und die Arve höher ansteigen als die Fichte, und da jene beiden Nadelhölzer im oberen Innthale allgemeiner auftreten, so erstrecken sich die Wälder daselbst um 1000 Fuss höher als in der nördlichen Schweiz. Da ferner die Insolation nach der Exposition der Abhänge ungemein grosse Schwankungen in den Niveaugrenzen herbeiführt, so trifft man Bäume an einzelnen Oertlichkeiten noch viel höher aufwärts [in der Nähe des Wormser Jochs die Lärche bis 7150′, die Arve bis 7280′] [164]). Mit den Bäumen hebt sich auch die Schneelinie und die Kultur der Cerealien erreicht in den penninischen Alpen zuweilen ein so beträchtliches Niveau, dass dasselbe nur aus örtlichen Einflüssen in den von Nord nach Süd gerichteten Thälern zu erklären ist [Weizen bis 5400′, Gerste bis 6100′] [171]). Das klimatische Ver-

hältniss der nördlichen Kalkalpen zu der Centralkette wurde von Schlagintweit [161]) glücklich aufgefasst, indem er die vereinzelten, zerrissenen, durch jähe Abgründe geschiedenen Gipfel der ersteren, die von der Sonne weniger erwärmt werden, der massenhaften Wölbung der letzteren gegenüberstellt, wo die hohe Lage der Thäler sich dem Charakter des Tafellandes annähert.

In dem grösseren Theile der südlichen Alpenkette, von Piemont bis zu den Dolomitalpen Illyriens herrschen die schroffen Formen des Kalkgesteins, aber das Niveau der Regionen verhält sich ähnlich wie in der höheren, centralen Hebungslinie. Hier werden durch die geographische Lage die Nachtheile der plastischen Gestaltung ausgeglichen. Im Dauphiné, wo der Hauptkamm an die Ostseite des Systems rückt und sich unmittelbar aus der piemontesischen Ebene erhebt, indem sich westwärts sodann andere, nicht minder hohe Gebirgsgruppen unregelmässig an denselben anreihen, bemerkt man eine Depression der Regionen auf den äussersten, dem Rhonethale zugewendeten Alpen. Die westliche Gruppe der Grande Chartreuse ist mit den nördlichen Kalkalpen, der östliche Kamm des Monte Viso mit den südlichen zusammenzustellen. Indessen sind es diese französischen Alpen, wo durch den Einfluss des wärmeren Klimas, den Wechsel der Exposition und dadurch, dass die Wälder meist zurückgedrängt und verwüstet sind, die Schwankungen im Niveau der Baumgrenzen den grössten Umfang erreichen: hier wurden Lärchen und Arven in Höhen beobachtet wie nirgendwo anders in den Alpen (bis 7700 Fuss), wogegen die Fichte an dem steilen Eckpfeiler der Grande Chartreuse (bis 5800 Fuss) noch unter dem Niveau zurückbleibt, welches sie in der Centralkette zu erreichen pflegt. Eine noch beträchtlichere Depression erleidet die Baumgrenze in der östlichen Gliederung des illyrischen Karst, dessen Hochebene die Nachtheile nicht zu ersetzen vermag, welche von der geringeren Höhe der Gipfel, der ungünstigen Beschaffenheit des Bodens und von dem Einflusse des adriatischen Meers abzuleiten sind, zu dessen Tiefe die Bora, als ein gewaltiger Nordwind, hinabweht. Aber die Beschränkung des Waldes wird noch dadurch erhöht, dass der Gürtel der Nadelhölzer sich nicht allgemeiner entwickelt und die Baumgrenze alsdann durch die Buche gebildet wird. Indessen scheint selbst in dem südlichsten Theil der dinarischen Alpen, in Bosnien, die Fichte nicht so hoch zu steigen (bis 5000 Fuss), wie es in dieser Breite bei grösserer Gebirgshöhe der Fall sein möchte.

Eigenthümliche Abweichungen von der gesetzmässigen Anordnung der Regionen zeigen gewisse Bäume, die in den südlichen Alpen nicht so hoch ansteigen, als ihre, aus anderen Gegenden abgeleitete klimatische Sphäre zu fordern scheint. Das merkwürdigste Beispiel bietet die Fichte dar, die in den nördlichen Kalkalpen gegen 1000 Fuss höher ansteigt als die Edeltanne, im Dauphiné dagegen nicht über sie hinausreicht. Hier stehen wir bei einer Erscheinung, die nicht genügend aus dem Umstande zu erklären ist, dass die Fichte, ohne weiter in die Gebirge Italiens einzutreten, bereits in den südlichen Alpen zu ihrer aequatorialen Grenzlinie gelangt und also vielleicht hier nicht mehr in gleichem Umfange, wie weiter nordwärts, die Bedingungen ihres Gedeihens fände. Es müsste ein Einfluss ermittelt werden, der in Südeuropa der Fichte nachtheilig und der Edeltanne vortheilhaft sein könnte, und, wenn ein solcher aus dem physiologischen Verhalten beider Bäume sich nicht ergeben sollte, würde man bei dem Gesichtspunkte einer unvollendeten Einwanderung aus dem Norden stehen bleiben. Dabei aber ist wiederum nicht einzusehen, weshalb die Fichte, von der Centralkette zu den südlichen Alpen fortschreitend, nicht in entsprechendem Niveau sich auch weiterhin sollte angesiedelt haben. Im Abschnitt über das Mediterrangebiet wird gezeigt werden, dass die dortigen Gebirge über dem Niveau von 6000 Fuss zu trocken sind, um Wald zu erzeugen, und dieses Verhältniss macht sich auch in manchen Gegenden der südlichen Alpen und namentlich im Dauphiné geltend. Die Fichte gehört unstreitig zu den Bäumen, die einer starken Befeuchsung des Bodens bedürfen, weshalb auch so reiche Moospolster in ihrem Schatten sich zu entwickeln pflegen. Sollte hierin nicht die Ursache liegen, dass die Wanderung des Baums nach Süden auf den Alpen eine Schranke gefunden hat, während die Edeltanne, eben weil sie ihrer Temperatursphäre nach in ein tieferes Niveau gehört, bei gleichen Ansprüchen an Feuchtigkeit sich in die Gebirge des Mediterrangebiets verbreiten konnte, wo sie noch in die Wolkenregion gleichsam eintaucht? Izt diese Auffassung begründet, so wären örtliche Ausnahmen zu erwarten, wo die grössere Höhe eines Berggipfels, die Befeuchtung des Bodens durch Schneewasser die Fichte auch an ihrer Südgrenze in ein höheres Niveau hinaufrückt. Von einem Punkte ist in der That ein solcher Ausnahmefall nachzuweisen, von dem Canigou in den östlichen Pyrenäen, wo die Fichte (bis 7430 Fuss) bei Weitem höher ansteigt als die Edeltanne (bis

6000 Fuss), wiewohl sie auch auf diesem Gebirge ihre Aequatorialgrenze erreicht. Aehnlich wie mit der Fichte mag es sich auch mit der Arve verhalten, von welcher beobachtet worden ist [172]), dass sie häufig an Nordgehängen höher ansteigt als bei südlicher Exposition. Aber auch die Buche reicht in den nördlichen Kalkalpen in ein etwas höheres Niveau, und hier scheint ein anderer, ein thermischer Zusammenhang zu Grunde zu liegen: es ist eine neue Andeutung des bei den Karpaten erwähnten Verhältnisses, dass die Masse der Bodenanschwellung, also die Hochfläche, insofern sie den Eigenschaften des kontinentalen Klimas sich nähert, durch die längere Dauer des Winters auf solche Bäume, die eine Verkürzung der Vegetationszeit nicht ertragen, nicht wie sonst elevirend, sondern deprimirend einwirkt.

Betrachten wir die Physiognomie der Alpen in ihrer Beziehung zu den Hülfsquellen, die sie der Volkswirthschaft darbieten, so können anderen Hochgebirgen gegenüber manche grosse Vorzüge nicht verkannt werden, die nicht bloss der Wohlfahrt der Bewohner zur Stütze dienen, sondern sie zugleich an die landschaftliche Grösse und Schönheit ihrer Heimat fesseln. Die angemessene Vertheilung und Lage der Thäler, die sparsame Schonung der abgelagerten Erdkrumen und selbst die Ausbreitung der Schneemassen sind hier in Betracht zu ziehen. In allem diesen liegt ein Ebenmaass, eine Vollendung, die vielleicht in keinem anderen alpinen Gebirge erreicht wird und die Pracht der Alpennatur hoch über die gewaltigen Massenbildungen des Himalaja und auch des Kaukasus erhebt. Oft spricht man nur von den Schrecken des Hochgebirgs, den Gletschern, die den fruchtbaren Boden verkümmern, den Lawinen und Geröllstürzen, die alles Werthvolle vernichten, von der Verheerung durch die Ströme, der Einengung des Kulturbodens durch den übermässigen Umfang der Höhen, aber darüber soll man nicht vergessen, was die Natur auch unter solchen Bedingungen zu gewähren vermag. Segen spendend wirken die Gebirge nicht bloss in die Ferne, indem sie die Wolken verdichten, über das Tiefland die Flüsse nach den Thälern abgesondert vertheilen, als unerschöpfliche Speicher aus ihren Quellenursprüngen dem Pflanzenleben die mineralischen Nahrungsstoffe zuführen und im Bereiche des fliessenden Wassers die Oberfläche des Erdbodens stetig erneuern, sondern durch ihre Wälder, ihre Bergwiesen und Alpenmatten besitzen sie auch im eigenen Haushalte ihrer Natur eigenthümliche Grundlagen menschlicher Thätig-

keit. Nirgends aber sind diese Gaben des Hochgebirgs auf eine angemessenere Weise vertheilt als in einem grossen Theile der Alpen, nirgends in Europa bieten die alpinen Matten den Heerden eine reichere Sommerfrische, der die in den Waldgürtel hinabreichenden Bergwiesen noch eine herbstliche Nachhut folgen lassen. Zuweilen sind, wie auf der Seisser Alp bei Botzen, die Böschungen der alpinen Region so weit ausgebreitet, dass Hunderte von Sennhütten Raum finden. Zugleich aber ist die reiche Gliederung der Thäler, die in die einzelnen Gruppen der alpinen Gipfel oft so tief eingreift, durch ihren Umfang und durch die zu Terrassen abgestufte Grundfläche, welche das fruchtbare Erdreich zurückhalten, genügend, einen mässigen Ackerbau zu begründen und die Heerden den Winter hindurch zu ernähren. Und so kann die Viehzucht, die Milchwirthschaft sich in einem richtigen Verhältniss zu der Grösse der Alpenmatten entwickeln, die von der Waldgrenze bis zur Linie des ewigen Schnees gleichartiger als auf den Fjelden des skandinavischen Nordens bewachsen sind. Denn auf die mannigfaltigste Weise, durch angemessene Neigung des Bodens, durch den Schutz des Waldgürtels, durch Seen, in denen das Wasser sich beruhigt, scheint die Natur bestrebt, den zerstörenden Kräften der hinabstürzenden Fluthen entgegen zu wirken und die aus der Verwitterung des Gesteins hervorgehenden Erdkrumen zu sammeln. Die Feuchtigkeit, welche um so reichlicher den Boden tränkt, je grösser der Umfang des Firns über der Schneelinie ist, hat Zeit, an den sanften Wölbungen zwischen den Hochthälern sich hinlänglich zu erwärmen, während die Thalgründe selbst sich mit Gletschern füllen und im Inneren derselben das Uebermaass des Wassers aufnehmen, wo es zugleich durch die Last des gleitenden Eises mit fein zerriebenen, die Fruchtbarkeit erhöhenden Schlammtheilen bereichert wird. Aber zwischen dem, wodurch die organische Natur gestützt, und wodurch sie gehemmt wird, ist ein unendlicher Wechsel der Beziehungen geboten, und diese Individualisirung der Thäler und Gebirgsgruppen nach ihrer Lage, ihrer Grösse, ihrer Neigung und ihren Felsgebilden steigert den Reiz der Alpenlandschaft, der, wo man ihn auch geniesst, immer wieder neue, farbenreiche Bilder liefert. Es wäre vergeblich, einzelne Abschnitte des Gebirgs, wie sie schon durch den verschiedenen Charakter seiner Bewohner angedeutet sind, nach Maassgabe der gebotenen natürlichen Hülfsquellen zu unterscheiden: nur ganz im Allgemeinen lässt sich vielleicht behaupten, dass die südlichen Alpen weniger als die nörd-

lichen begünstigt sind, und dass beide Seitenketten von der mittleren übertroffen werden, wenngleich auch sie, da wo sie am höchsten gehoben ist, im Wallis und in Savoyen, gegen Tirol und Oesterreich weit zurücksteht.

Begleiten wir die einzelnen Regionen von der Schneelinie bis zum Fusse der Alpen, so erscheint die grosse vertikale Ausdehnung der Alpenmatten und ihr Pflanzenreichthum zunächst bemerkenswerth. Die alpinen Stauden mit dem sie begleitenden Grasrasen, die auf den Firninseln noch über die Schneegrenze hinausgehen, gedeihen, wenn auch nach den Arten wechselnd, abwärts in der Region der Sträucher bis zum oberen Saume des Waldes und steigen auf den Geröllablagerungen der Thäler vielfach noch viel tiefer hinab, während sie von den Bergwiesen der unteren Gehänge grösstentheils ausgeschlossen sind. Schon diese grossen Niveauabstände sind eine Ursache der hohen Mannigfaltigkeit in den Bestandtheilen der Vegetation. Hier wird der Pflanzenfreund durch den anmuthigsten Blüthenschmuck, durch die reichste Ausbeute erfreut: es ist auf fruchtbaren, wohl befeuchteten Alpen, wie auf dem Fimberjoch in Tirol oder der Pasterze am Glockner, nicht schwierig, mehrere Hundert verschiedener Arten von Gewächsen einzusammeln. Die Form der Stauden und ihre Anordnung im Gramineenrasen entspricht in den höheren Lagen den Verhältnissen der arktischen Flora und geht abwärts allmälig in den höheren Wuchs der Aconitenregion an der Baumgrenze über. Der Gürtel von kryptogamischen Gewächsen an der Schneelinie fehlt, weil, wie schon bemerkt wurde, im Sommer die Masse des durch das Schmelzen des Firns gebildeten Wassers in den Gletschern und Thalgründen gesammelt wird und derjenige Antheil, der den Humus der Gehänge tränkt, während seiner langsamen Bewegung sich hinreichend zu erwärmen Zeit hat, um der phanerogamischen Vegetation bis zum Saume des Schnees und Eises das Gedeihen zu sichern. Ebenso fehlen nach dem Typus der Bergformen die Bedingungen zur Versumpfung des Bodens, und die Sträucher ziehen sich grossentheils an das Ufer der Bäche zurück. Uebrigens richtet sich die Grösse der Holzgewächse ebenso wie die der Stauden nach der mit der Höhe des Niveaus abnehmenden Vegetationszeit. Die alpinen Rhododendren, die Alpenrosen, bei denen eine Fülle rother Blumen in dem dunklen Grün der gedrängten, immergrünen Blätter prangt, bilden, in den östlichen Alpen mit dem karpatischen Krummholz verbunden, den unteren Gürtel der Sträucher,

steigen aber auch mit dem Wasser in die Thäler hinab. Weiter aufwärts sind unter den kleineren Sträuchern auch die Vaccinien und die Zwergweiden des Nordens vertreten, und zuletzt bleiben nur noch die Stauden und Gräser übrig.

In der Waldregion ist der obere Nadelholzgürtel von dem abwärts folgenden Laubholz und namentlich der Buche durch eine regelmässige Abstufung geschieden. Nicht als ob die Fichte den unteren Abhängen fremd wäre, die vielmehr auf den Hochflächen am Fusse der nördlichen Alpen noch ebenso wohl gedeiht, aber von den oberen Wäldern ist das Laubholz ausgeschlossen. In den südlichen Alpen ist der Buchengürtel noch bestimmter als untere Waldregion zu unterscheiden oder bildet, wenn die Nadelhölzer fehlen, einen Uebergang zu den Regionen des Apennin, wo derselbe an die Baumgrenze hinaufrückt. In den Thälern endlich, die nach Italien und Frankreich führen, tritt man zuletzt, ehe die Ebene erreicht ist, noch in den Gürtel des Kastanienwaldes ein, der allmälig andere südliche Pflanzenformen aufnimmt, die unter dem Schutz der Felswände, in dem warmen Klima der dem Nordwinde entzogenen Gründe nicht bloss den Saum des Gebirgs schmücken, sondern auch tief in das Innere dessen Ströme aufwärts begleiten, einzelne von ihnen die Etsch bis Botzen, das Rhone-Ufer bis ins Wallis. So wird der Eintritt in das Mediterrangebiet durch anziehende Uebergänge vorbereitet, bald durch die Wälder, wenn sie, wie im Isonzo-Thal, sich ungestörter erhalten haben, bald durch die Kultur südlicher Pflanzen, die an den lombardischen Seen so plötzlich ihren Boden findet, und so treten dem in Italien Einziehenden überraschende Eindrücke entgegen, die mehr versprechen, als in weiterem Abstande vom Fusse der Alpen das Klima der Halbinsel zu leisten vermag.

Vergleichen wir die Regionen der Alpen mit denen der benachbarten Gebirge, so ergiebt sich, dass die Wälder auch in der nördlichen Kette bedeutend höher (bis 5500 Fuss) ansteigen als auf den niedrigeren Höhenzügen, die westlicher gelegen sind. In der Auvergne und im Schweizer Jura, wo der Unterschied gegen 900 Fuss beträgt, hat dies indessen nur darin seinen Grund, dass, wie in den südlichen Alpen, die Fichte über den Gürtel der Edeltanne kaum hinausreicht, da diese Gebirge der Befeuchtung aus dem Firn entbehren und ihre Höhen zum Wiesenboden geeigneter sind als zur Walderzeugung. Beide Gebirge haben das Gemeinsame, dass bis

zu ihrem Fuss manche südliche Pflanzen anzutreffen sind und dem Klima der französischen Alpen in dieser Beziehung sich annähern. Allein abweichend in ihrer geognostischen Bildung zeichnet sich die vulkanische Auvergne durch ausgedehnte Bergwiesen aus, die, arm an alpinen Bestandtheilen, zu den ähnlichen Formationen auf gleichartigem Boden in Deutschland, zu den Basalten der Rhön manche Anknüpfungspunkte auch in ihrer Vegetation zeigen. Der Jura hingegen mit seinen Kalkgesteinen, an seinem Fuss von dem Buxusgesträuch der Kastanienzone umgürtet, besitzt eine alpine Region, die auch nach Maassgabe der Bodenverhältnisse sich leicht mit der Flora des Dauphiné verbinden konnte [119].

Ganz anders ist das Verhältniss der Vogesen und des Schwarzwaldes zu den nördlichen Alpen aufzufassen. Indem die Baumgrenze noch tiefer herabsinkt, finden sich auch hier, wiewohl die Gipfel minder hoch sind, die Spuren einer alpinen Region, noch deutlicher als am Harz. Da die höchsten Erhebungen dieser Gebirge fast unter gleicher Breite mit den nördlichsten Alpen Bayerns und Oesterreichs liegen und doch der Wald 1100 bis 1300 Fuss tiefer als dort aufhört, so entsteht die Frage, ob diese Erscheinung nur der grösseren Höhe der Alpen zuzuschreiben sei. Allein die schroffen Kalkalpen sind wenig geeignet, durch ihre Masse zu wirken, und ein viel intensiverer Einfluss dürfte darin bestehen, dass dieselben aus der bayerischen Hochebene aufsteigen, die, gegen 1500 Fuss hoch gelegen, jenen Unterschied der Baumgrenzen nahezu ausgleicht, indem die Vogesen und der Schwarzwald unmittelbar aus dem so viel tieferen Thaleinschnitt des Rheins (300 Fuss) sich erheben. Die Sommerwärme von München und Augsburg ist in der That nur um nicht ganz anderthalb Grade niedriger als die von Karlsruhe [173]. Diese Verbindung der nördlichen Kalkalpen mit einer Plateaulandschaft giebt auch einen neuen Aufschluss über ihr Verhältniss zu der südlichen Kette, die an das tiefe Niveau der lombardischen Ebene angrenzt. Die Vegetationsgrenzen und ebenso die Schneelinie sind in den nördlichen Alpen durch den Einfluss der bayerischen Hochebene über die Norm elevirt, und daher ist ihr Unterschied von der solchen Einwirkungen entzogenen südlichen Kette geringer, als er sein würde, wenn nur die geographische Breite und die geschütztere Lage allein in Betracht gezogen würden.

Diese Auffassung findet endlich auch eine, wiewohl beschränktere Anwendung auf die Vegetationsgrenzen in den südlichen

Karpaten. Obwohl die so viel östlichere Lage eine Elevation erwarten liesse, finden wir daselbst die Höhengrenzen der Fichte und der Buche fast in demselben Niveau wie in den nördlichen Kalkalpen. Das kontinentalere Klima sollte diese Grenzen erhöhen, wie im Tatra, aber, aus dem tiefen Thale der Donau ansteigend, verhalten sich die Karpaten des Banats ähnlich wie die südlichen Alpen. An der Nordseite hingegen grenzen sie ebenfalls an die Hochfläche Siebenbürgens (1200 Fuss), die wenig niedriger ist als die bayerische, und hier möchte die klimatische Höhengrenze von der Fichte kaum erreicht werden, weil das Gebirge (gegen 8000 Fuss hoch), von Firn und Gletschern frei, oberhalb des Waldgürtels die hinlängliche Feuchtigkeit nicht darbietet. Der Buchenwald aber hält sich wegen der Dauer des Winters ebenfalls in einem tieferen Niveau und wird aus dieser Ursache vom Kriwan im Tatra bis nach Bosnien unter gleichem Meridian, aber fünf Breitengrade hindurch fast an derselben Höhengrenze zurückgehalten. Die alpine Region der Karpaten ist, wie am Tatra, so auch auf dem breiten Gebirgswall, der Siebenbürgen von der Wallachei trennt, am reichsten entwickelt und steht hier an Mannigfaltigkeit der Arten den Alpen nur wenig nach, obgleich durch die mächtige Ausbreitung des den Boden bedeckenden Krummholzes die Räumlichkeiten beschränkt sind, die den Stauden und Gräsern übrig bleiben. Aber auch nach ihrem orographischen Bau lassen sich die natürlichen Hülfsquellen der südlichen Karpaten mit den Alpen nicht entfernt vergleichen und werden selbst vom Tatra übertroffen, der durch seine Thalgliederung bevorzugt ist. Die Thäler der Karpaten Siebenbürgens sind eng, durch die sich selbst überlassene Bewaldung fast unzugänglich und grossentheils unbewohnt, die Sennwirthschaft daher wenig ausgebildet. Durch die Einsamkeit der Wälder, den Mangel an Ansiedelungen und durch die Seltenheit leichter Verbindungen über den doch vielfach gegliederten und wohl zehn g. Meilen breiten Gebirgsrücken wird das deutsche Leben der siebenbürgischen Sachsen von der dem Orient bereits verwandteren Bevölkerung der Donaufürstenthümer abgesondert, deren Eindringen es demohngeachtet keine hinreichende Widerstandskraft entgegensetzt.

Endlich haben wir mit den Alpen noch die Pyrenäen zu vergleichen.

Centrale Pyrenäen [42—43° N. B.] [174]).

Waldregion bis 7200′.
- Kiefer (Baumgrenze) . . . . . bis 7200′.
- Fichte . . . . . bis 6000′.
- Buche . . . . . bis 5700′ (?).
- *Pinus uncinata* . . . . . bis 5400′ [175]).
- Getraidebau . . . . . bis 4200′.

Alpine Region. 7200 bis 8400′ (Schneelinie).

Westliche und cantabrische Pyrenäen [43° N. B.] [175]).

- Edeltanne (Navarra) . . . . . bis 6000′.
- Buche . . . . . bis 4500′.
- *Quercus Toza* . . . . . bis 3000′.
- Kastanie . . . . . bis 2500′.

Weit schärfer als durch die Alpen wird die mitteleuropäische von der Mediterranflora durch die Pyrenäen abgesondert. Denn während die lombardische Ebene ein Uebergangsgebiet bildet, dessen Klima von dem eigentlich südeuropäischen in den wesentlichsten Beziehungen zu dem Pflanzenleben abweicht, ist durch den Hauptkamm der Pyrenäen die französische von der spanischen Vegetation auf das Bestimmteste geschieden, und diese schroffe Trennung lässt sich westwärts, wo die Hebungsaxe in die cantabrische Kette übergeht, bis zu deren Endpunkte in Galicien nachweisen. Nur die Ostpyrenäen, die bis zu dem Gebirgsknoten, der sie mit den Cevennen verbindet, an beiden Abhängen der Mediterranflora angehören, bieten der Vermischung der Pflanzenarten kein erhebliches Hinderniss: hier ist die Vegetation der warmen Region durch die Küste, die des Gebirgsklimas durch das Hochthal der Cerdagne gleichsam zu einer Einheit verschmolzen. Nach ihrem orographischen Bau sind indessen die östlichen von den centralen Pyrenäen wenig verschieden, wogegen das Gebirge im Westen an Höhe bedeutend abnimmt und nun auch die Flora einen veränderten Charakter zeigt. So zerfällt dasselbe in der Richtung von Osten nach Westen in drei natürliche Abschnitte, von denen der erste durch sein Klima, die beiden anderen durch ihre Bodengestaltung sich unterscheiden, aber nur die nördliche Abdachung dieser letzteren steht mit den übrigen Gebirgen unseres Gebiets in Verwandtschaft. Ueber die Regionen der westlichen Pyrenäen sind die Nachrichten bis jetzt noch ungenügend; um so mehr ist seit Ramond's Zeiten geleistet worden, den centralen Theil der französischen Gebirgsseite mit den Alpen zu vergleichen. Man hat

die grössere Einfachheit und den geschlosseneren, durch höhere Lage der Pässe ausgedrückten Zusammenhang der Hauptkette als charakteristisch hervorgehoben, aber eine andere Eigenthümlichkeit weniger beachtet, die den östlichen und centralen Pyrenäen gemeinsam ist. Im Verhältniss zu den Alpen sind die Thäler meistens enger, bis sie auf ihrer höchsten Terrasse zuweilen zu den sogenannten Circusbildungen sich erweitern, die Abhänge sind schroffer geneigt, die Gipfel, wenn auch in kürzerer Zeit [176], doch schwieriger zu ersteigen. Das Lauterbrunner Thal im Berner Oberland mit der steil darüber ansteigenden Jungfrau giebt eine Vorstellung von dem, was in den Pyrenäen die gewöhnliche Bildungsweise der unteren Thalstufen ist. Es scheint, als ob das Gebirge, wie durch höhere Pässe verbunden, so auch durch tiefere Spalten gefurcht sei als die Alpen, und wenn diese bis zu ihrer jetzigen Thalsohle mit den herabgestürzten Geröllen ausgefüllt wurden, so ist es leicht verständlich, dass auch die Quellen aus grösserer Tiefe entspringen und, zu den wärmeren Schichten der Erdrinde hinabsinkend, späterhin als Thermen an die Oberfläche treten. Und gerade hiedurch unterscheiden sich die Pyrenäen auffallend von den Alpen, die an heissen Quellen verhältnissmässig arm sind. Man erkennt dagegen ihre allgemeine Verbreitung in der ganzen Erstreckung der Pyrenäenkette schon daran, dass an so vielen Orten die Genesung Suchenden sich versammeln, aber noch viel zahlreicher sind die Thermen, als sie zu Heilquellen benutzt werden, und zuweilen sieht man in abgelegenen Thalgründen Dampfwolken aus dem erhitzten Wasser sich erheben. Für die Vegetation hat die verhältnissmässig grössere Schroffheit des Gebirgs die Bedeutung, dass die Erdkrume sich schwieriger ansammelt, die Wälder daher weniger leicht Wurzel fassen und, wo sie einmal verloren gingen, die Gerölle viel verderblicher wirken. Die Thäler von Arriège, deren Waldgürtel zur Zeit der Revolution fast vollständig zerstört wurde, sind seitdem beinahe vollständig verödet, und kein Mittel kennt man, den Baumwuchs unter solchen Bedingungen wiederherzustellen. Der westliche Theil der französischen Pyrenäen ist besser bewaldet als der östliche, aber nackt oder nur mit Gebüsch bewachsen erscheint in den meisten Gegenden die cantabrische Kette, so dass die Bestimmungen ihrer klimatischen Baumgrenzen nur unsicher ausfallen können. Die alpinen Matten der Pyrenäen stehen ebenfalls denen der Alpen in der Ueppigkeit des Wachsthums bei Weitem nach, und schon Ramond [177] stellte die Dürftigkeit des Viehs und die Armuth

der Sennwirthe dem Wohlstande der Schweiz als charakteristisch gegenüber. Die geringe Ausbreitung des Firns und der Gletscher trägt dazu bei, diese Nachtheile zu erhöhen, die dem Botaniker freilich leicht entgehen können, indem er sie durch den Reichthum an endemischen Erzeugnissen, durch die Mannigfaltigkeit der Arten von alpinen Gewächsen ersetzt sieht.

Die Regionen der centralen Pyrenäen, von denen doch auch schöne Laub- und Nadelwaldungen nicht ausgeschlossen sind, lassen sich mit denen der übrigen Gebirgsabschnitte schwierig vergleichen, da die einzelnen Baumarten sich verschieden verhalten. Die Baumgrenze am Canigou in den Ostpyrenäen liegt fast in demselben Niveau wie die des centralen Theils der Kette, aber sie wird dort durch die Fichte, hier durch die Kiefer gebildet. In den Centralpyrenäen scheint die Region der Fichte herabgedrückt zu sein (gegen den Canigou um mehr als 1400 Fuss), wogegen die Buche höher ansteigt (gegen 700 Fuss). Auf der cantabrischen Kette wurde die Fichte gar nicht bemerkt, aber die Kastanie (bis 2500 Fuss) und die Edeltanne (bis 6000 Fuss) steigen daselbst bis zu gleicher Höhe wie am Canigou. Es möchte noch nicht an der Zeit sein, die Verbreitung der Bäume in den Pyrenäen mit den klimatischen Eigenthümlichkeiten der drei Gebirgsabschnitte in nähere Beziehung zu setzen. Es ist wohl denkbar, dass die verlängerte Vegetationszeit oder die Milde des Winters an der Bai von Biscaya auf gewisse Arten ähnliche Wirkungen hervorbringt wie das mediterrane Klima im Osten, auf andere aber nicht, und dass in den centralen Pyrenäen, wo die Vegetation der nordeuropäischen ähnlicher ist, auch die Lage der Regionen der in den Alpen mehr entspricht. Allein theils sind die Beobachtungen zu wenig umfassend, theils durch die eingeschränkte Bewaldung zu sehr erschwert, als dass es möglich erschiene, solche Betrachtungen auf eine sichere Grundlage zu stützen. Viel bestimmter als in der Anordnung der Regionen tritt der Gegensatz der drei Gebirgsabschnitte in der Vegetation selbst hervor. Die westlichen und cantabrischen Pyrenäen gleichen in ihrer Bekleidung der atlantischen Küste des südlichen Frankreichs, deren Flora mit ihren Gesträuchdickichten aus hohen Eriken und Ulex mit der reichlicheren Beimischung von immergrünen Holzgewächsen sich gleichmässig von der Gascogne bis zum nördlichen Portugal erstreckt und mit den höheren und östlicher gelegenen Gebirgsabschnitten nur durch einzelne Charakterpflanzen, wie den Buxus, vermittelt ist. Indessen

steht die Temperaturkurve am Fuss der centralen Pyrenäen, in Pau [178], wo die Küstenvegetation noch nicht bemerkt wird, ebenso sehr wie dort unter dem Einfluss des atlantischen Meers, und die Eigenthümlichkeit der Flora an der Bai von Biscaya scheint daher mehr von der Feuchtigkeit als von der Wärme des Klimas beeinflusst zu sein. Das Litoral der spanischen Nordküste ist ein romantisches Bergland, wo auf einer schwachen Erdkrume das feuchte Klima und der Quellenreichthum des Bodens eine sehr üppige Vegetation entwickeln. Neben den vorherrschenden Gesträuchen der Gascogne tragen die Wiesen daselbst doch durchaus den mitteleuropäischen Charakter und sind grösstentheils aus den Wiesenpflanzen Deutschlands zusammengesetzt: auch scheinen die aus Spanien und Portugal hieher eingewanderten südlichen Pflanzenarten nicht eben zahlreicher zu sein als in dem benachbarten südwestlichen Frankreich.

Mit den Alpen verglichen ist ungeachtet der südlicheren Lage der Pyrenäen die Anordnung der Regionen daselbst wenig verändert. Die Schneelinie liegt am Nordabhang nicht höher als auf der mittleren Alpenkette, für die meisten Vegetationsgrenzen kann man in gewissen Theilen dieser oder der südlichen Alpen ganz dieselben Werthe nachweisen. Nur die Kastanie und die Buche, als die eigenthümlichen Bäume des Seeklimas, steigen hier nirgends so hoch wie auf den Pyrenäen. Nach Maassgabe der geographischen Breite ist hingegen in der Höhengrenze der Fichte auf den Centralpyrenäen ebenso wie in der Schneelinie der deprimirende Einfluss des atlantischen Meers nicht zu verkennen.

Vegetationscentren. Die Anordnung der Pflanzen auf den Kontinenten zeigt uns in den meisten Fällen zusammenhängende Wohngebiete, so dass, wenn die äussersten natürlichen Fundorte der Arten auf einer Landkarte durch Linien umgrenzt werden, die eingeschlossene Fläche ein Ganzes bildet, ohne grosse Lücken übrig zu lassen. Die Unterbrechungen der Verbreitung sind zwar in der Regel leicht aus den Bedingungen des Vorkommens zu erklären, aber, wo dies nicht der Fall ist und wenn die Zwischenräume gross sind, scheint die Annahme eines einheitlichen Ausgangspunktes schwierig festgehalten werden zu können, wiewohl im Verhältniss zur Masse der Arten solche Erscheinungen doch nur seltene Ausnahmen bilden. Zwei verschiedene Hypothesen sind bemüht gewesen, dieselben aus früheren Zuständen herzuleiten und dadurch dem allgemeinen Gesetze einfacher Vegetationscentren unterzuordnen. Die

gegenwärtig am häufigsten angenommene und von ausgezeichneten Naturforschern vertretene Meinung ist von Forbes [179] ausgegangen, man kann sie als die geologische bezeichnen. Sie besteht darin, dass, da die Pflanzen, sich selbst überlassen, ihre Keime nur auf eine geringe Entfernung ausstreuen, die jetzt vorhandenen Individuen aber von früheren Generationen gleicher Art abstammen, die geographischen Lücken des Wohngebiets aus geologischen Veränderungen der Erdrinde zu erklären seien, welche an Orten, wo eine bestimmte Art in früheren Perioden einheimisch war, die Bedingungen ihres Fortbestehens aufhoben. Senkungen des Bodens, welche die Verbindungen des Festlands unterbrachen, oder Anhäufungen von Eis, wodurch die Gewächse zu Grunde gingen, werden als die Ursachen des gestörten Zusammenhangs, des dadurch veränderten Wohngebiets aufgefasst. Bei diesen Vorstellungen ist jede bestimmte Beobachtung von Thatsachen ausgeschlossen, sie lassen dagegen der Phantasie den weitesten Spielraum. Und noch gesteigert wird diese Unzulänglichkeit für wahrhaft gesicherten Fortschritt durch den Darwinismus, der die Arten aus einander hervorgehen lässt, in der That aber die vorliegende Frage in sofern unberührt lässt, als er nur zu erklären sucht, wie, nicht wo sie entstanden sind. Es ist möglich, dass von der Geologie der Tertiärzeit die Nachwirkungen sich noch auf die heutige Anordnung der Pflanzen erstrecken, aber der Fortschritt in der Naturwissenschaft muss ein geordneter sein: ehe die näheren Ursachen einer Erscheinung erledigt sind, darf sie die entfernt liegenden nicht herbeiziehen. Es möchte sonst die verwendete Arbeit, so hoch die Zeitgenossen sie preisen mögen, in den Augen der Nachwelt eine vergebliche gewesen sein. Wenn man dem Grundsatze huldigt, zuerst zu untersuchen, ob die in der Gegenwart fortwirkenden Kräfte ungenügend sind, die Lücken der Wohngebiete aufzuklären, so wird man sich leichter mit den der geologischen Hypothese entgegengesetzten Versuchen befreunden, den Wanderungen nachzuforschen, durch welche die Pflanzen von einem Standorte auf den anderen übertragen werden. An Beispielen fehlt es nicht, wie unter dem Einfluss des Menschen nicht bloss, sondern auch durch die Mitwirkung geflügelter Thiere oder durch die Strömungen des Wassers und der Atmosphäre sich einzelne Gewächse an entfernten Orten anzusiedeln vermögen, allein wie bei jeder Untersuchung, die sich auf historisch gegebene Verhältnisse bezieht, ist es auch hier nicht möglich, die Bahnen und die Werkzeuge im einzelnen

Falle sicher festzustellen, aus denen die jetzige Anordnung der Vegetation hervorgegangen ist. Eine einzige ursprüngliche Heimath, ein einfacher Ausgangspunkt ihrer Verbreitung wird jeder Pflanze von beiden Hypothesen zugesprochen, aber die historische, welche ihre Erklärungen aus den Wanderungen und Ansiedelungen der Gewächse ableitet, hat vor der geologischen den Vorzug, dass sie reicher an Hülfsmitteln ist, aus der Gestaltung der heutigen Wohngebiete auf die Wege schliessen zu lassen, welche die Natur dabei eingeschlagen hat. Die europäische Flora ist vor allen übrigen geeignet, solche Untersuchungen zu unterstützen, weil hier die Wohngebiete der einheimischen Pflanzen am vollständigsten bekannt sind.

Die Vergleichung dieser Wohngebiete zeigt, dass sie nicht bloss in den meisten Fällen abgeschlossen, sondern auch dass sie von ungemein verschiedener Grösse sind. Von den Pflanzen, die fast den ganzen Erdkreis bewohnen oder eine von dessen Zonen einnehmen, findet ein stetiger Uebergang zu solchen statt, die an engere oder im äussersten Falle an einzelne, zuweilen höchst beschränkte Räumlichkeiten gebunden sind. Was diese im strengsten Sinne endemischen Gewächse betrifft, so ist eine zwiefache Vorstellung über ihr Vorkommen möglich, entweder dass sie, an Ort und Stelle entstanden, die Hindernisse, die ihrer Ausbreitung entgegenstanden, nicht überwinden konnten, oder dass sie, in früherer Zeit auf grösseren Räumen wachsend, allmälig im Kampfe mit anderen Organismen zu Grunde gingen und nur noch da sich erhalten haben, wo wir sie jetzt antreffen. Beide Ansichten sind ohne Zweifel auf thatsächliche Vorgänge begründet. Einzelne Fälle sporadischer Verbreitung lassen sich kaum anders als durch Verdrängung von ehemaligen Standorten erklären, z. B. das Vorkommen eines sibirischen Rosaceenstrauchs (*Potentilla fruticosa*) in der alpinen Region der Pyrenäen, auf den britischen Inseln, auf Oeland und in Russland, ohne dass die centrale Flora Deutschlands denselben darbot, als auch hier gleichsam die letzten Spuren davon im bayerischen Ries entdeckt wurden [180]. Indessen wird durch die Lage und Gestalt der verschiedenen Wohngebiete der Schluss gerechtfertigt, dass die Vorstellung von der Verdrängung und dem Untergehen gewisser Arten nur bei sporadischer Verbreitung Gründe der Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass hingegen diejenige, welche eine dauernde Beschränkung auf den Entstehungsort annimmt, bei den streng endemischen Gewächsen die allein berechtigte ist. Solche Vergleichungen im Bereich der europäischen Flora

nämlich ergeben, dass die endemischen Pflanzen in demselben Maasse zahlreicher werden, als die Hindernisse ihrer Verbreitung wachsen. Stellen wir uns vor, dass die auf bestimmten Vegetationscentren entstandenen Organisationen den physischen Bedingungen derselben am vollständigsten entsprachen, so ist bei der Anpassungsfähigkeit, die wir an den Gewächsen kennen, anzunehmen, dass sie von da aus in einem gewissen Umfange sich durch Fortpflanzung ausbreiten mussten, wenn sie ungehemmt durch äussere Einflüsse sich selbst überlassen blieben. Wenn sie aber zarter waren als diejenigen, welche den Raum bereits inne hatten, wenn abweichende Bodenverhältnisse, Gebirge oder Wasserflächen ihren Ursprungsort abschlossen, so mussten sie da verharren, wo sie entstanden waren. Sind sie hingegen früher auf grösseren Räumen als gegenwärtig vorhanden gewesen, so werden sie bei ihrem allmäligen Untergange sich hier und dort längere Zeit als anderswo erhalten, eine Weile zeigen sie sich noch sporadisch, aber ihr Vorkommen ist nicht durch mechanische Hindernisse bezeichnet, welche ihre Wanderung beschränken.

Die Pflanzen, welche wir in Europa an einen einzigen Standort gebunden finden, sind zwar wenig zahlreich, aber sie sind fast ausnahmslos Gewächse des Hochgebirgs, deren Wanderungen bei eingeschränkter klimatischer Sphäre und geringer Fortpflanzungsfähigkeit schon die Thalbildungen als ein unüberwindliches Hinderniss entgegenstehen. Sie gleichen den endemischen Erzeugnissen einsamer Inseln im Ocean und sind, wie diese vom Meer, von Abgründen rings umschlossen, die sie nicht überschreiten können. Fast nur in den Alpen sind solche Fälle bekannt, wo die gruppenweise geordneten alpinen Gipfel so geeignet sind, in diesem Sinne zurückhaltend zu wirken. Solche Erscheinungen sind ziemlich regellos und fast nur über die südliche Alpenkette vertheilt, wo die örtlichen Einflüsse am verschiedenartigsten sind, auf einzelne Punkte Piemonts, der Lombardei, Südtirols und Kärnthens. Einzelne Beispiele kennen wir auch aus den Pyrenäen, deren klimatische Gliederung den Wanderungen hinderlich ist.

Wenden wir uns von diesen äussersten Graden der Beschränkung des Wohnorts, auf welche wir zurückkommen werden, zu der Verbreitung endemischer Pflanzen des Gebiets überhaupt, so ist auch hier der Gegensatz des Gebirgs zu den Ebenen höchst auffallend. Weit überwiegend sind die Gebirgspflanzen an engere Räume gebun-

den und kehren auf entfernt gelegenen Höhenpunkten nicht wieder, wo sie dieselben Bedingungen des Fortkommens finden würden. Die Grösse des Raums, den die Pflanzen bewohnen, steht in geradem Verhältniss zu ihrer Wanderungsfähigkeit, in umgekehrtem zu den Hindernissen, die der Wanderung entgegenstehen. In den grossen Tiefebenen bestehen solche mechanische Hindernisse nicht, hier sind die Vegetationscentren nur da noch deutlicher erkennbar, wo Gebirge die Wanderung aufhalten. Eine Reihe endemischer Pflanzen besitzt das Tiefland Ungarns, welches rings von den Karpaten und den mit den Alpen sie verbindenden Höhenzügen umschlossen ist, und deutlich lässt sich wahrnehmen, wie die Oeffnung des Donauthals manche Erzeugnisse der ungarischen Flora stromaufwärts bis Wien und auf das Marchfeld, abwärts in die bulgarische Ebene, oder wie sie das Thal der Morawa nach Serbien hat gelangen lassen. Das übrige Deutschland hat gar keine endemische Pflanzen aufzuweisen, die französischen sind entweder Gebirgserzeugnisse oder diejenigen, welche der Gascogne eigen sind, verbreiten sich ihrer klimatischen Sphäre gemäss mehr oder minder weithin an den Küsten des atlantischen Meers. In der grossen Tiefebene des nördlichen Europas finden wir fast nur klimatische Grenzen der Verbreitung, die südlichen, die westlichen, die östlichen Arten verlieren sich nordwärts, ost- oder westwärts ganz allmälig eine nach der anderen und ausserdem kreuzen sich die Vegetationslinien auf mannigfaltige Weise. Auch der Ural, an dem doch gewisse Arten eine mechanisch wirkende Schranke finden [181]), wird von der Mehrzahl überstiegen, und erst im östlichsten Asien treten neue endemische Centren auch im Tieflande des Amur auf, der von Sibirien durch den Stanowoi und Chingan abgesondert ist: denn die zahlreichen eigenthümlichen Pflanzen Dauriens gehören nicht hieher, weil ihr beschränktes Vorkommen von dem Steppeneinfluss der Gobi und daher von Einwanderungen aus einem anderen Florengebiete abzuleiten ist.

Die Vegetationscentren der mittel- und nordeuropäischen Gebirge bilden, nach dem Reichthum ihrer endemischen Erzeugnisse geordnet, folgende Reihe: Alpen (190), Pyrenäen (88), Karpaten (29), Cevennen (2), Ural (1). Aus keinem anderen Gebirge sind mir Pflanzen bekannt geworden, die demselben ausschliesslich angehörten. Die Ziffern beziehen sich auf die Dokumente meiner Pflanzensammlung, die ich, um Schwierigkeiten der Systematik zu entgehen, den folgenden Untersuchungen zu Grunde lege. Zuerst

scheint, um die Vertheilung dieser Centren zu erklären, die Grösse und der Umfang der Gebirge in Betracht gezogen werden zu müssen. Die Alpen haben in dieser Beziehung den Vorrang vor den übrigen Gebirgen, allein das Ueberwiegen des Endemismus der Pyrenäen über den der Karpaten und die Abwesenheit eigenthümlicher Erzeugnisse auf den nordischen Fjelden fordern zu anderen Erwägungen auf. Den nächsten Gesichtspunkt bietet die geographische Lage der einzelnen Gebirge, die auf die Wanderungen von Einfluss ist. Von einem centralen Punkte können diese wie die Radien eines Kreises nach allen Richtungen gehen, wo also in grösserer Anzahl wieder ähnliche Gebirge oder zu Ansiedelungen angemessene Verhältnisse des Klimas und des Standorts ihnen begegnen, als wenn sie, wie die Pyrenäen, von zwei Seiten durch das Meer beschränkt sind. Auch in dieser Beziehung sind die Alpen für den Austausch der Pflanzen am vortheilhaftesten gelegen, und in der That ist die Zahl der Arten, welche sie mit anderen Gebirgen gemeinsam besitzen, selbst abgesehen von denen, die auch das Tiefland bewohnen, beinahe sechsfach so gross als die ihrer endemischen Erzeugnisse. Von den Pyrenäenpflanzen hingegen hat sich nur etwa die Hälfte derjenigen Arten, die diesseits dieses Gebirgs nicht weiter vorkommen, auf den spanischen Bergsystemen wiedergefunden, die übrigen sind endemisch geblieben. Ebenso ist der Austausch der Karpaten nach Osten durch die russischen Ebenen gehindert, und auch dieses Verhältniss ist durch eine grössere Anzahl eigenthümlicher Pflanzen ausgesprochen. Die Lage der skandinavischen Fjelde ist zwar in noch weit höherem Grade geographisch abgeschlossen, aber dennoch ist sie die ungünstigste, den Endemismus zu bewahren, weil durch Lappland mit dem arktischen Tiefland auf der Halbinsel Kola eine ununterbrochene Verbindung besteht, wodurch die Wanderung in ähnliche Klimate so sehr erleichtert wird: die norwegischen Gebirgspflanzen sind daher ausnahmslos entweder arktisch oder zugleich bis zu den Alpen und anderen mitteleuropäischen Höhenzügen verbreitet. Aehnlich ist auch über den Ural zu urtheilen, der im Norden in die arktische, im Süden in die Steppenflora ausläuft und in beiden Fällen die Einwanderung vom Gebirge in die Ebene begünstigt. Ein drittes Moment, welches auf den Endemismus der Gebirge einwirkt, ist ihre klimatische Stellung, und ein viertes beruht auf ihrem geologischen Bau. Dem wärmeren Klima ist eine grössere Reihe von Pflanzen angepasst als dem kälteren, und daher wachsen die Zahlen endemischer

Arten in südlicher Richtung. Je mannigfaltiger endlich die Bodenverhältnisse und je abgeschlossener die einzelnen Gebirgsgruppen durch ihre Hebung sind, desto reicher wird ihre Flora. Aus diesen Beziehungen, der Grösse, der Lage, dem Klima und dem Bau der einzelnen Gebirge lassen sich die meisten Verhältnisse ihrer Flora in Europa erklären, aber keineswegs sind sie die einzigen: denn in anderen Theilen der Erde werden wir erfahren, dass die Vegetationscentren auch ganz unabhängig von gegenwärtig wirksamen Bedingungen reich oder arm sein können. In Europa selbst geben hievon schon die Gebirge von Schottland und Wales eine Andeutung, die ungeachtet ihrer abgesonderten Lage und der eigenthümlichen Entfaltung ihres Seeklimas doch keine einzige endemische Pflanze besitzen.

Die Alpen selbst, nach ihren einzelnen Gebirgsgruppen verglichen, bieten einen reichen Stoff, über die Ausgangspunkte der Pflanzenwanderung nachzudenken. Sie enthalten über 800 Gewächse (815), die dem Tieflande fehlen, und von denen die nicht endemischen Arten (625) bald auf die meisten, bald auf einzelne mittel- oder südeuropäische und andere Gebirge übergehen, während diejenigen, welche der alpinen Region und der arktischen Flora gemeinsam sind, noch nicht den fünften Theil der Gesammtzahl ausmachen (143). Nach der Art und Weise der Verbreitung kann man nicht selten beurtheilen, ob der Ursprungsort in den Alpen selbst oder anderswo gelegen war, wenn man von dem Satze ausgeht, dass dieser in klimatischer Beziehung der günstigste ist und also in der Peripherie des Wohngebiets die Fundorte sporadisch werden. So giebt es einzelne Arten, die, wie das Krummholz, auf den Karpaten allgemeiner vorkommen und in westlicher Richtung auf den Alpen verschwinden, andere, die von den Pyrenäen aus nur noch einzelne Berge des Dauphiné erreichen (z. B. *Gentiana Burseri*). Allein solche Fälle sind fast verschwindend selten denen gegenüber, wo die Alpen im Mittelpunkte des Wohngebiets liegen, und somit wäre nach dieser Betrachtungsweise das mächtigste Gebirge Europas auch das bei Weitem reichste Heimathsland seiner Gewächse. Indessen lassen diese Schlussfolgerungen doch noch immer dem Einwurfe Raum, dass durch Erzeugung klimatischer Varietäten gerade das später eingenommene Wohngebiet der Massenvermehrung von Individuen einer Art vortheilhafter werden kann als das ursprüngliche. So könnte das Krummholz, welches auf der Alpengruppe des Orteler zu einem

stattlichen Baume wird und diesen veränderten Wuchs dem westlicheren Klima zu verdanken scheint, in seiner gewöhnlichen Gestaltung als degenerirt gelten und doch in dieser verkümmerten Form auf den Karpaten und Sudeten eine Formation von geselligen, jede andere Vegetation verdrängenden Sträuchern erzeugt haben, während es da, wo es unter günstigeren Bedingungen sich individuell vollkommner ausbildet, den kräftigeren Fichten gegenüber sich nur zu vereinzelten Waldungen entwickelt. Nach dieser Auffassung läge der Ausgangspunkt der Wanderung im Westen, wo das Klima das günstigere ist, und dennoch das Massencentrum der Individuen im Osten, wo die klimatische Varietät im Kampfe mit anderen Gewächsen erfolgreicher sich vervielfältigte. Hiedurch aber würde ferner die Meinung derjenigen Botaniker unterstützt werden, nach welcher eine pyrenäische Kiefer (*P. uncinata*) für die Stammform des Krummholzes (*P. montana*) zu halten wäre und man also dazu geführt würde, die ursprüngliche Heimath desselben noch viel weiter nach Westen, an den von den Karpaten entferntesten Standort zu verlegen. Fälle dieser Art sind ohne Zweifel selten und scheinen eine gewisse Aenderung der Organisation vorauszusetzen, aber da sie möglich sind, so kann durch die Häufigkeit des Vorkommens die Heimathsfrage nicht entscheidend erledigt werden. Es ist daher wünschenswerth, dass noch andere Hülfsmittel zu dieser Untersuchung benutzt werden, und je übereinstimmender die Ergebnisse ausfallen, desto mehr erhöht sich die Sicherheit des Urtheils. Die systematische Verwandtschaft der Erzeugnisse verwandter Vegetationscentren und die Bedingungen der Wanderung, sofern dieselben auf der Organisation der einzelnen Gewächse und auf ihrer ungleichen Empfänglichkeit gegen physiche Einflüsse beruhen, sind beachtenswerthe Momente, besonders geeignet, den Austausch zwischen den Alpen und der arktischen Flora zu erläutern.

Aus den Untersuchungen über die Vegetation der geographisch am strengsten abgeschlossenen Floren hat sich ergeben, dass auf den Inseln desselben oceanischen Archipels die Arten einer Gattung häufig abgesondert vertheilt sind, und dass in denjenigen Ländern, die durch eigenthümliche Erzeugnisse am meisten hervorragen, nicht allein gewisse Gattungen durch den Reichthum an Arten sich auszeichnen, sondern auch die vorherrschenden Familien grössere Reihen von Gattungstypen enthalten. Wenden wir dieses Princip der in der geographischen Lage begründeten systematischen Verwandtschaft

zusammengehöriger Vegetationscentren auf die Heimathsfrage der Alpenpflanzen an, so zeigt sich, dass in vielen der reichsten Gattungen neben einer kleineren Anzahl von endemischen Arten eine grössere Reihe vorhanden ist, die auf andere Gebirge übergeht. Diese sodann bilden wiederum eine Stufenfolge von immer mehr sich erweiternden Wohngebieten, bis einzelne Arten zuletzt die norwegischen Fjelde erreichen und über diese hinaus in die arktische Flora eintreten. Solche Vergleichungen führen also auf einem ganz verschiedenen Wege ebenfalls zu dem Ergebniss, dass in den Alpen der Ausgangspunkt der Wanderung zu suchen sei, und dass dieses Gebirge eine viel ergiebigere Quelle von Bildungen war, als man aus den daselbst endemisch gebliebenen Gewächsen zu schliessen berechtigt wäre. Allerdings tritt diese Schlussfolgerung in Berührung mit dem Darwinismus und in Gegensatz zu dieser Lehre, welche die Entstehung der endemischen Arten aus Umbildung der arktischen ableiten möchte, aber für unseren gegenwärtigen Zweck genügt es zu zeigen, dass auch die Migrationshypothese diese Erscheinungen zu erklären im Stande ist. Aus meinen Verzeichnissen entnehme ich, dass in zehn grösseren Gattungen [182]), die in den Alpen zusammen 140 Arten zählen, über ein Drittel (48) daselbst endemisch ist, die übrigen (92), vorausgesetzt dass sie nicht, wie die Saxifragen, mehrfache Centren besitzen, als von diesem Gebirge ursprünglich ausgegangen betrachtet werden können. Es wurden hiebei einige grosse Gattungen absichtlich ausgeschlossen, die in den Alpen zwar ebenfalls reich an Arten sind, aber von anderen Vegetationscentren in dieser Beziehung übertroffen werden oder überhaupt an vielen entlegenen Orten durch besondere Arten vertreten sind. Die Seggen (*Carex*) bilden die grösste Gattung unter den arktischen Gefässpflanzen, und hier ist die Verbreitung zu den Alpen einem besonderen Verhältniss unterworfen. Von den nordischen Arten (19) kehrt die grosse Mehrzahl (15) in der alpinen Region der mitteleuropäischen Gebirge wieder, wo sie zum Theil nur an einzelnen Standorten gefunden werden. Ausserdem bewohnen fast ebenso viele Seggen (16) die alpine Region, die der arktischen Flora fehlen, aber diese Gattung ist nicht auf besondere geographische Centren beschränkt. Bei der Vergleichung finde ich, dass die arktischen Arten vorzugsweise auf feuchten Standorten wachsen, die alpinen dem trockenen Boden angehören, und ähnliche Verhältnisse sind auch bei den meisten Saxifragen maassgebend, bei denen wir ebenfalls ein arktisches von einem

alpinen Centrum unterscheiden können. Hiedurch sehe ich die beiden, schon bei den Regionen erwähnten Ergebnisse von Christ's Untersuchung[119] bestätigt, dass die Wanderung der arktisch-alpinen Gewächse sowohl von Süden nach Norden, als auch in umgekehrter Richtung stattfand, und dass sie durch den Einfluss des feuchteren Bodens begünstigt worden ist. Der Bau der Alpen bietet zu Versumpfungen desselben selten einen Anlass, die Ebenen der Fjelde und der arktischen Zone haben eine träge Wassercirculation, und diesem Gegensatze physischer Bedingungen scheint es zu entsprechen, dass im hohen Norden vorzugsweise Gewächse der feuchten Standorte entstanden sind, die sich von hier aus nach Süden verbreiteten, und dass hingegen die Alpen durch die Mannigfaltigkeit von Pflanzen trockenen Felsbodens hervorragen. Die Zwergbirke Norwegens findet sich in einzelnen Sümpfen des Harzes und der Sudeten, aber so allgemein sie in die feuchten Niederungen Russlands eindringt, so bleibt sie doch den Alpen fast gänzlich fremd, obgleich sie zu Wanderungen hinlänglich befähigt war, um den Jura und die bayerische Hochebene zu erreichen.

Die Anordnung der Pflanzen in den Alpen selbst ist in viel geringerem Grade durch die klimatischen Bedingungen und durch die geognostische Unterlage als durch die ursprüngliche Vertheilung ihrer Vegetationscentren geregelt. Zuccarini[183] war der Erste, der dieses Verhältniss in dem Gegensatze der Flora der Ost- und Westalpen erkannt hat. Er zählte eine Reihe von Pflanzen auf, deren Wohngebiete in Tirol durch die Thäler der Eisack und Etsch geschieden sind, und von denen er annahm, dass die westlichen von dem Orteler, die östlichen vom Glockner aus sich ausgebreitet haben, ohne jenen Einschnitt des Gebirgs überschreiten zu können. Diesen Andeutungen liegen allgemeinere Erscheinungen zu Grunde. Durch eine grosse Anzahl von endemischen Erzeugnissen sind in der südlichen Hauptkette die westlichen und östlichen Theile der Alpen von einander abgesondert, in der Centralkette bieten die in der Mitte gelegenen Gruppen der Schweiz und Tirols im Vergleich zum Dauphiné und Steiermark wenig Eigenthümliches. Der für die südlichen Alpen so bezeichnende Endemismus ist namentlich darin ausgesprochen, dass der Gardasee und das Etschthal vielen Arten eine Grenzlinie setzen, die von Westen oder Osten bis hieher verbreitet sind, und dass die Vegetation der Endglieder, auf der einen Seite des Dauphiné und Piemonts, auf der anderen von Krain und Illyrien am weitesten

von einander abweicht. In der centralen Alpenkette richtet sich dagegen die Anordnung der Pflanzen bei Weitem mehr als in der südlichen nach den Bodeneinflüssen, nicht aber in gleichem Grade nach der geographischen Lage. Hier ist der Reichthum einer Alpe an verschiedenen Pflanzen vom Bau der Thäler, von der Bewässerung und ähnlichen Bedingungen abhängig, die ergiebigsten Fundorte sind regellos vertheilt. So werden die Oezthaler Ferner von den Tauern Kärnthens und ebenso sehr von gewissen Alpen des Engadin, das Berner Oberland und der Montblanc von der Gruppe des Monterosa an Mannigfaltigkeit der alpinen Pflanzen weit übertroffen. Allein auch die reichsten dieser Standorte sind nicht durch endemische Erzeugnisse bezeichnet, sondern nur durch die grössere Anzahl der daselbst angehäuften Arten, die auch an anderen Orten wiederkehren. Das Nicolaithal am Monterosa ist zwar das pflanzenreichste der Schweiz, aber doch nicht als ein Vegetationscentrum in dem Sinne aufzufassen wie die Dolomitalpen im Osten des Etschthals. Die nördliche Hauptkette verhält sich ähnlich wie die centrale. Der Wiener Schneeberg und die Grande Chartreuse im Dauphiné sind als Endpunkte der Kette zwar bevorzugt, aber der grössere oder geringere Reichthum der Flora ist im Uebrigen vom geognostischen Bau abhängig: die nördliche Schweiz mit ihren Nagelfluhen steht an Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse den Kalkalpen Bayerns und Salzburgs in auffallendster Weise nach. Das verschiedenartige Verhältniss der drei Hauptketten lässt sich mit demjenigen vergleichen, in welchem das ganze Alpensystem den Nachbargebirgen gegenübersteht, in dem einen Falle die durch die centrale Lage begünstigte Wanderung, in dem anderen die Beschränkung derselben durch den Bau der einzelnen Gliederungen, durch die Absonderung der alpinen Gruppen. Stellen wir uns vor, dass ursprünglich die Entstehungsorte der Arten, die Ausgangspunkte der Wanderungen, über das ganze System gleichmässig vertheilt waren, so befand sich das Centrum in der Lage, durch die vielseitigeren Verknüpfungen seine Erzeugnisse am leichtesten zu der Peripherie abzugeben, von den Endgliedern einer Kette konnte hingegen der Austausch nur in einer bestimmten Richtung vor sich gehen. Wäre die Vertheilung der Alpenpflanzen vom Boden oder vom Klima allein abhängig, so müssten die drei Hauptketten die verhältnissmässig grössten Gegensätze zeigen. Aber in der südlichen Kette ist der geognostische Bau, in allen drei ist das Klima ungenügend, die Absonderung der Arten

zu erklären. Denn wenn man annehmen wollte, dass die West- und Ostalpen in einer ähnlichen klimatischen Beziehung ständen wie die westlichen und östlichen Tiefländer, so ist zu erinnern, dass die auf einem so beschränkten Raume doch nur unerheblichen Aenderungen, welche der Abstand vom Meere bewirken kann, hier gar nicht in Betracht gezogen werden können, weil die Winterkälte und die Dauer der Vegetationsperiode von dem Niveau in weit höherem Grade als von der geographischen Lage abhängen, und die westlichen Pflanzen daher, wenn sie unter diesen Bedingungen ständen, nur ihre Region zu verschieben hätten, um im Osten, die östlichen, um im Westen zu gedeihen. Dazu kommt, dass in derselben Kette unregelmässig vertheilte und weit grössere klimatische Verschiedenheiten unter anderen Einflüssen als denen der westlichen und östlichen Lage auftreten, durch die Masse der Niederschläge, die in den venetianischen Alpen den höchsten Werth erreicht, durch den Schutz gegen die Winde, der die italienischen Thäler bevorzugt, sowie durch die Nähe des mittelländischen und adriatischen Meers in den südlichsten Gebirgsgruppen. Hier fragt sich nun, ob die so entschiedene Absonderung der westlichen von den östlichen Alpenpflanzen in der südlichen Kette mit der Annäherung der beiden Endschenkel des Systems an das Klima der Mediterranflora in Verbindung steht. Allein dieses Klima ist an der illyrischen Küste zu Triest nicht minder als am Fusse der Seealpen bei Nizza ausgebildet, und doch haben die Alpenpflanzen beider Landschaften die allerwenigste Gemeinschaft. Offenbar besteht die Einwirkung des südlicheren Klimas in einer vermehrten Anzahl von solchen Arten, die sich auf die nördlicher gelegenen Alpen nicht verbreiten können, nicht aber darin, dass dieselben ihre Wanderungen diesem Klima angepasst hätten. Man kann nicht behaupten, dass die nördliche Kette der centralen oder diese der südlichen an Pflanzenreichthum überhaupt nachstehe. Man wird die bayerischen und gewisse Gegenden der Tiroler Alpen ebenso reichhaltig finden als irgend eine Gruppe des Dauphiné oder Illyriens, aber die Verbreitungsbezirke der Arten sind dort durchschnittlich weit grösser als hier. Die Ursache kann also nur darin gesucht werden, dass die Wanderung der Pflanzen in den südlichen Alpen grösseren Hindernissen begegnete, und dies wird durch ihren orographischen Bau entschieden bestätigt. Die südlichen Ketten haben eine viel mannigfachere Axenrichtung, oft sind ihre alpinen Gruppen unterbrochen oder nur durch niedrige Pässe verbunden, und die

Querthäler, die in so grosser Anzahl in die norditalienische Ebene auslaufen, sind viel tiefer eingeschnitten als anderswo, so dass sie von den alpinen Pflanzen nicht so leicht überschritten werden. Die engen Wohngebiete so vieler Arten beruhen daher auf den mechanischen Hemmnissen, die ihrer Ausbreitung entgegenstehen, und doch zeigt sich auch hier eine Abnahme des Endemismus im mittleren Theile der Kette, im südlichen Tirol, dessen seltene Pflanzen zwar zahlreich sind, aber sich doch meist entweder in die Krainer Dolomitalpen oder aber in die lombardischen Kalkalpen zu verbreiten pflegen.

Die alpinen Arten des ganzen Alpensystems hat Christ [184]) nach ihrem Vorkommen im Westen, im Centrum und im Osten unterschieden, ohne jedoch die Grenzen genauer anzugeben. Von den 693 Arten seines Katalogs zählt er in den östlichen Alpen 589, in den westlichen 631, in den mittleren nur 395. Da er hiebei auf die den einzelnen Abschnitten eigenthümlichen Gewächse keine Rücksicht nimmt, so kann man aus diesen Ziffern nicht ersehen, ob der Vorzug der östlichen Alpen darauf beruht, dass der Endemismus, oder ob nur der Reichthum der Flora daselbst gesteigert sei. Nach meinen Vergleichungen, die sich nicht bloss auf die alpine Region beziehen, sondern nur das Wohngebiet berücksichtigen, zähle ich unter 190 endemischen Alpenpflanzen in der südlichen Hauptkette 60, die auf den westlichen Theil (vom Dauphiné bis zur Lombardei), 51, die auf den östlichen (Südtirol bis Croatien), und 5, die auf einen einzelnen Standort eingeschränkt sind: die übrigen breiten sich grossentheils in weiterem Umfange über das Alpensystem aus; die Beispiele engerer Begrenzung sind in der centralen und nördlichen Kette weniger zahlreich. Die westlichen und östlichen Pflanzen der Südalpen zerfallen sodann wiederum durch allmälige Uebergänge in Arten von grösserem oder kleinerem Wohngebiet. Es giebt im Dauphiné (11), in Piemont (8), der Lombardei (3), in Südtirol (11) und in Krain (7) gewisse Arten, welche nur hier, aber daselbst mehrfach angetroffen werden, andere, die nur entweder den beiden ersteren oder den beiden letzteren Landschaften gemeinsam sind. So schreitet die Verengung des Wohngebiets bis zu den bereits im Allgemeinen bezeichneten Fällen fort, wo die Beschränkung auf eine einzelne Alpengruppe oder selbst auf einen einzigen Berg mit um so grösserer Sicherheit feststeht, je auffallender die Organisationen sind, so dass sie anderswo nicht so leicht übersehen werden konnten. Eine aus-

gezeichnete monotypische Saxifragee (*Zahlbrucknera*), die nur an drei Orten, im Thal der Lassnitz in Steiermark, im Lavanthale in Kärnthen und am Tonalepass zwischen der Val di Sole und der Val Camonica in Südtirol gefunden worden ist, vermittelt die Fälle einer weiteren, aber auf vereinzelte örtliche Bedingungen zurückgeführten Verbreitung mit denen der Beschränkung auf den ursprünglichen Wohnort selbst.

Es ist nicht ohne Interesse, das Vorkommen der nur auf einzelnen Alpengruppen einheimischen Gewächse eingehender zu betrachten. Zuerst finden wir in den Seealpen eine Rosacee (*Potentilla Saxifraga*), die erst in neuerer Zeit [185]) auf der Cima de Mera bei Mentone und am Cioudan bei S. Martino beobachtet wurde, und die in so hohem Grade von den übrigen alpinen Arten ihres Geschlechts abweicht, dass sie schwerlich ein grösseres Gebiet bewohnen wird: dies ist also ein Abschnitt des Gebirgs, dessen Eigenthümlichkeit auf dem Einflusse des Mittelmeers beruht. Die drei anderen Bezirke, auf die sich die übrigen mir bekannt gewordenen Fälle beziehen, haben das Gemeinsame, dass sie durch Thaleinschnitte von den benachbarten Alpengruppen abgesondert werden. Die erste Gruppe liegt an der Ostseite des Comer Sees, sie ist von diesem, dem Veltlin (Adda) und der Val Camonica (Oglio) fast vollständig umschlossen und selbst wieder in mehrere Kettensysteme gespalten. Sie wird von einer Rosacee (*Sanguisorba dodecandra*) bewohnt [186]), die nur in der Val d'Ambria, einem Seitenthale, welches unweit Sondrio in das Veltlin mündet, und auf dem Bartellino in der Provinz Bergamo beobachtet worden ist. In noch höherem Grade abgeschlossen ist am westlichen Ufer des Gardasees ein schmaler und kaum alpine Höhe erreichender Gebirgsstock, der, aus Kalk und Dolomit gebildet, aber wasserreich und noch mit Buchenwäldern geschmückt zwischen den Thaleinschnitten von Giudicaria (Chiese und Lago d'Idro) und von Sarca (Gardasee) sich bis Salo erstreckt. Denn durch die niedrige Wasserscheide bei Roncon zwischen dem Quellgebiet des Chiese und dem Arno, der durch das Sarcathal mit dem Gardasee und dem Mincio sich vereinigt, stehen beide Thäler in Verbindung. Auf diese Gruppe ist ein Thymelaeenstrauch (*Daphne petraea*) beschränkt, und nur an den Kalkfelsen des Tombea (Cima Lanin, kaum 6000 Fuss hoch), in kleinen Höhlungen, deren Boden beständig von herabsickernder Feuchtigkeit benetzt wird [187]), wächst eine der merkwürdigsten Saxifragen (*S. arachnoidea* bis 5000 Fuss), die von hier aus

in das Ampola-Thal über Storo (bis 2000 Fuss) herabgeschwemmt wird. Der letzte Fall des auf eine einzige Alpengruppe beschränkten Vorkommens einer durch ihren Bau ausgezeichneten Pflanze ist der der Wulfenia (*W. carinthiaca*), einer Scrophularinee, die lange Zeit für monotypisch galt und auch jetzt noch ihre Eigenthümlichkeit behauptet, nachdem eine zweite Art in Syrien, eine dritte am Himalaja entdeckt wurde. Sie war bis vor wenig Jahren nur auf der Kühweger Alpe bei S. Hermagor im südlichen Kärnthen bemerkt worden, nun hat sie Schenk nach brieflichen Mittheilungen noch auf einer zweiten, aber nur wenig Stunden von jener entfernten Alpe aufgefunden. Die Gruppe, zu welcher diese Berge gehören, bilden eine von dem Gail- und Drauthale vollkommen eingeschlossene, durchaus selbständige Kette, die zwischen den centralen Tauern und den südlichen carnischen Alpen eingeschaltet ist, indem das Quellwasser des Gail unweit Sillian mit den Zuflüssen des Drau in derselben Thalspalte entspringt. Die Wulfenia aber findet nicht bloss an diesen Thälern eine Schranke, die sie an ihren alpinen Wohnort fesselt, sondern innerhalb der Kette selbst ist sie durch deren zahlreiche Einschnitte, die z. B. zu der Bildung des Weissensees Veranlassung geben, auf zwei einzelne Höhenpunkte eingeschränkt worden. Man kann ihr Vorkommen also gewiss mit Recht den Gebirgspflanzen oceanischer Inseln, wie des Pik von Teneriffa, an die Seite stellen. Ebenso wie diese nicht zu anderen Bergen gelangen können, so war die Wulfenia durch die Thäler, die ihren ursprünglichen Heimathsort rings umschliessen, verhindert, an entsprechenden anderen Standorten sich anzusiedeln.

Sind wir demnach im Stande, aus Wanderungen, die von einem einzigen Entstehungsorte der Arten ausgingen, die Anordnung der Alpenpflanzen abzuleiten, so ist schliesslich doch zu bemerken, dass einzelne Erscheinungen übrig bleiben, die keineswegs mit einiger Sicherheit aufzuklären sind. Fand die Wanderung, wie bei der Zwergbirke, in der Richtung nach Süden statt, so kann das Vorkommen in den Alpen ein sporadisches sein: wenn aber eine Art aus den Alpen stammt und sich bis zu den norwegischen Fjelden verbreitet hat, so würde die Migrationshypothese voraussetzen, dass sie, mit so bedeutenden Kräften ausgestattet, auch in dem Alpensystem selbst allgemein auftreten müsste. Dies ist allerdings die Regel, die der arktischen Flora und den südlichen Gebirgen gemeinsamen Pflanzen sind fast immer in den Alpen häufig, wenn sie aus diesen, oder

selten, wenn sie aus dem Norden stammen [188]), aber es giebt auch Ausnahmen, es giebt Pflanzen, deren Heimath nach ihrem Vorkommen oder ihrer systematischen Verwandtschaft in den Alpen liegt, und deren Wanderung innerhalb derselben beschränkt bleibt, während sie doch die Fjelde oder andere sehr entfernte Orte erreichen. Einen ausgezeichneten Fall dieser Art bietet eine Gentiane (*G. purpurea*), die in der alpinen Region der Schweiz häufig ist, in den Alpen aber vom Mont Cénis aus in östlicher Richtung das Rheinthal nicht überschreitet, indem jenseits desselben in Tirol eine verwandte Art (*G. pannonica*) auftritt, welche nun von hier aus, wie jene, die Alpenmatten bis Steiermark bewohnt und auch die südlichen Karpaten erreicht. Die so scharf getrennten Wohngebiete dieser beiden Gentianen werden von einer dritten, ebenfalls nahe stehenden Art (*G. punctata*) nicht bloss umfasst, sondern auch in den Karpaten und Sudeten, sowie auf dem Scardus in Macedonien überschritten. Nun findet sich aber die westliche Art (*G. purpurea*) an ähnlichen Standorten auf den norwegischen Fjelden wieder, wo ich sie, ununterscheidbar von der Schweizer Pflanze, bei Röldal in Tellemarken beobachtet habe. Ausserdem ist sie noch auf dem nördlichen Apennin und in einer klimatischen Varietät in Kamtschatka, angeblich auch in Siebenbürgen einheimisch. Wäre dies ein Fall, wo eine früher allgemeiner verbreitete alpine Pflanze, durch andere verdrängt, sich nur noch an gewissen entfernt von einander gelegenen Orten erhalten hätte, so ist nicht zu begreifen, weshalb sie in den Alpen von der östlichen Art so streng abgesondert ist. Ihr Vorkommen in den westeuropäischen Gebirgen erinnert an dasjenige der atlantischen Pflanzen des Tieflands, aber klimatische Ursachen, welche die Beschränkung auf den Westen veranlasst haben könnten, sind bei einem Gewächse der alpinen Region nicht nachzuweisen. Es giebt noch einige andere Fälle ähnlicher Verbreitung, bei denen die Wanderungen den Bahnen von Zugvögeln entsprechen und in der Meridianrichtung weiter als in der westöstlichen zu verfolgen sind. Eine Synantheree (*Hieracium aurantiacum*) verhält sich wie eine westeuropäische Gebirgspflanze mit südlichem Verbreitungsschenkel, der von Frankreich bis zu den südlichen Karpaten reicht. Diese Pflanze wächst nicht bloss in Gesellschaft jener Gentiana auf den norwegischen Fjelden, sondern auch in einigen tiefgelegenen Wiesenmooren des nordwestlichsten Deutschlands (Bremen, Hoya), wo ich sie, fern von jeder Gartenkultur, unter örtlichen Verhältnissen auffand, die eine Ansiedelung

durch Mitwirkung von in dieser Richtung aus Norwegen nach dem Süden ziehenden Sumpfvögeln wahrscheinlich machen. Auf dieselbe Quelle lässt sich auch das merkwürdige Wohngebiet der Aldrovanda [189]) beziehen, einer Wasserpflanze, die sporadisch eine von Nordosten nach Südwesten sich erstreckende Zone von Pommern und Lithauen bis zur Garonne und zum Po bewohnt. Allein hätten Zugvögel jene Gentiane verbreitet, so ist, die systematische Richtigkeit der Thatsachen vorausgesetzt, nicht zu begreifen, wie sie nach Siebenbürgen und eine Varietät derselben gar nach Kamtschatka hätte gelangen sollen. Ich weiss keine andere Vermuthung auszusprechen, als dass verschiedene Ursachen hier zusammengewirkt haben, um eine so verwickelte Erscheinung zu veranlassen, theils die Verdrängung aus einem ehemaligen grösseren Wohngebiet und die Zurückweisung der Ansiedelungen durch verwandte Arten von stärkerer Organisation, theils die Erweiterung derselben durch Uebertragung des winzigen und mit einem häutigen Flügelrande umgebenen Samens im Gefieder, im Kropf oder Darmkanal der Vögel, wenn nicht auch in den Strömungen der atmosphärischen Luft. Aber es lässt sich nicht läugnen, dass anscheinend der vorliegende Fall im Darwinismus eine ansprechendere Erklärung finde, wenn angenommen wird, dass aus derjenigen Gentiane (*G. punctata*), deren Wohngebiet in mehreren Richtungen übergreift, unter geänderten physischen Bedingungen die beiden anderen Arten durch Umbildung entstanden seien. Indessen ist zu erinnern, dass dieser Hypothese Schwierigkeiten entgegenstehen, deren Lösung ausserhalb des Bereichs der Erfahrung liegt, nämlich zuerst, dass die drei Arten ungeachtet ihrer Verwandtschaft doch in ihrem Bau so sehr abweichen, wie dies bei Varietäten von Gentianen nie beobachtet wird, während doch keine Uebergänge vorkommen, wohl aber zwischen zwei derselben (*G. punctata* und *purpurea*) eine hybride Bildung, sodann dass die Verschiedenheit der äusseren Bedingungen, die ihre Umbildung bewirkt haben sollen, völlig unbekannt bleiben, endlich dass auch die weiten Lücken des Wohngebiets nicht erklärt sind, sondern dieselben Einschränkungen der Wanderung voraussetzen, wie dies der Fall ist, wenn man sie als selbständig entstanden sich vorstellt. Es möchte daher auch hier die grössere Einfachheit der Migrationshypothese zur Empfehlung gereichen, welche die Verwandtschaft der drei Arten von ihrem Ursprung aus den Centren desselben geographischen Systems und das bald übergreifende, bald gesonderte Wohngebiet davon

ableitet, dass sie eine ungleiche Receptivität gegen äussere Einflüsse besitzen und die eine zarter organisirt sei als die andere.

Der Austausch der Pyrenäen mit den Alpen ist auf die Weise vor sich gegangen, dass die Wanderung von den Alpen aus häufig erfolgte, von den Pyrenäen zu den Alpen dagegen nur selten. Dies ergiebt sich daraus, dass die meisten Alpenpflanzen, die in den Pyrenäen wiederkehren, Arten von grosser Wanderungsfähigkeit sind, die in den verschiedensten Richtungen sich ausbreiteten und daher auch in anderen Gebirgen aufzutreten pflegen. In den Pyrenäen ist der östliche Abschnitt der Kette, der durch die Cevennen mit den übrigen Gebirgen Frankreichs unmittelbar zusammenhängt, jedoch von den Verzweigungen des Alpensystems durch das Rhonethal getrennt wird, vermöge seines Mediterranklimas dem Gebiete fremd, und deshalb sind nur wenige seiner Erzeugnisse den Bergketten nach Norden gefolgt. Den klimatisch ähnlicheren Centralpyrenäen aber fehlt mit diesen jede orographische Verknüpfung. Zwischen den Gebirgen Spaniens dagegen und der ganzen Pyrenäenkette besteht ein vielfältiger, sowohl orographischer als klimatischer Zusammenhang, und diesem Verhältniss entspricht es, dass beinahe die Hälfte derjenigen Gewächse, die man früher nur von den Pyrenäen kannte, in den oberen Regionen jener Halbinsel wiedergefunden ist (62 Arten unter 150 meiner Sammlung). Dieses Ergebniss gewinnt noch dadurch an Interesse, dass der französische Abhang der Pyrenäen weit genauer bekannt ist als der spanische, und also die Pflanzen, die im Inneren von Spanien wiederkehren, an dem Hauptkamme der Kette keine Schranke gefunden haben. In einigen besonderen Fällen wird es noch deutlicher, dass die Pyrenäen mit Spanien in einer näheren klimatischen Beziehung stehen als mit Frankreich. Sowie gewisse Pflanzen der spanischen Flora zugleich in den Steppen des Ostens einheimisch sind, so wächst auf den trockeneren Ostpyrenäen eine eigenthümliche Gentiane (*Gentiana pyrenaica*), die, in den Alpen fehlend, auf den Karpaten Siebenbürgens und auf dem Kaukasus wiederkehrt. Aehnlich verhalten sich noch mehrere andere Pyrenäenpflanzen, die sowohl den östlichen als den centralen Theil der Kette bewohnen, und von denen einige (z. B. *Carex pyrenaica*) ebenfalls erst auf den südlichen Karpaten, andere (z. B. *Saxifraga media*) auf den Gebirgen Rumeliens wieder auftreten.

In den Pyrenäen selbst lässt sich die klimatische Absonderung der drei Gebirgsabschnitte zwar in einer gewissen Reihe von ende-

mischen Arten erkennen, aber die Mehrzahl derselben überschreitet deren Grenzen, namentlich wenn sie der alpinen Region angehören. Der fast ununterbrochene Zusammenhang des Hauptkamms und die mit der Höhe zunehmende Gleichartigkeit der klimatischen Bedingungen machen diese Erscheinung leicht erklärlich. In meinem Verzeichniss ist die Hälfte (44) der bis jetzt noch als streng endemisch zu betrachtenden Pyrenäenpflanzen entweder in allen drei Abschnitten nachgewiesen oder die Angabe der Fundorte nicht genügend, diese Frage zu entscheiden. Einige Arten (9) sind nur den östlichen und centralen, andere (4) den centralen und westlichen Pyrenäen gemeinsam. Von den auf die einzelnen klimatischen Abschnitte des Gebirgs beschränkten endemischen Arten finden sich die meisten (17) in den Centralpyrenäen, was ihrem grösseren Umfang und ihrer bedeutenderen Massenerhebung zugeschrieben werden kann. Die eigenthümlichen Pflanzen der Westpyrenäen (6) sind bis auf eine nur in dem cantabrischen Gebirge Biscayas und Asturiens bemerkt worden. Unter den endemischen Arten der Ostpyrenäen (8) kommt der Fall vor, dass eine monotypische Gattung (*Xatardia*) nur an einem einzigen Standorte hat aufgefunden werden können, auf der Couillade de Nouri, dem hochalpinen Passe, der die Val d'Eynes von Catalonien trennt, und wo diese Doldenpflanze auf beiden Abhängen angetroffen wird. Der Endemismus des Gebirgs ist ausser dieser noch durch eine viel merkwürdigere, monotypische Gattung ausgedrückt, durch die Gesneriacee *Ramondia*, die von den centralen Pyrenäen, wo ich sie in den Circus von Gavarnie herabsteigen sah, bis zu den östlichen sich verbreitet. An dieses Beispiel einer fremdartigen Organisation hat sich erst vor Kurzem eine nicht minder bemerkenswerthe Entdeckung angeschlossen, das Vorkommen der einzigen europäischen Dioscorea auf einem hochgelegenen Standorte der Centralpyrenäen (*D. pyrenaica Boiss.*). Die artenreichste Gattung unter den endemischen Pyrenäenpflanzen ist die der Saxifragen, von denen sich nur wenige nach Spanien verbreiten (3 Arten, wogegen 7 streng endemisch sind). Wenn die Systematik der Hieracien auf einer sicheren Grundlage beruhte, so würden die Saxifragen von dieser Gattung vielleicht noch an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Bildungen überboten (ich zähle 11 Arten, von denen ich nur 2 auch aus Spanien besitze).

Auf den Karpaten lassen sich nach der Verbreitung der endemischen Gewächse zwei Gruppen von Centren unterscheiden, die

dem orographischen Bau des Gebirgs durchaus entsprechen. Der Abschnitt der Centralkarpaten oder der Tatra ist eine alpine Gruppe von geringem Umfang und von tiefen Thaleinschnitten rings umschlossen. Sie besitzt daher nur einige wenige eigenthümliche Pflanzen, aber wie sie den Sudeten näher liegt als den südlichen Karpaten, scheint auch ihre Flora näher mit jenen als mit diesen verbunden. Denn ich kenne unter den endemischen Karpatenpflanzen nur einzelne Arten [4] [190], die vom Tatra bis Siebenbürgen oder bis zum Banat verbreitet sind. An alpinen Gewächsen ist der Tatra wegen seiner weit bedeutenderen Erhebung (8150 Fuss) viel reicher als die Sudeten (4900 Fuss), aber eng verknüpft sind beide Gebirge durch manche bemerkenswerthe Erzeugnisse, z. B. durch eine im Tatra höchst veränderliche Weide der Waldregion (*Salix silesiaca*). Die südlichen Karpaten bilden eine zusammenhängende alpine Kette, welche, nur an einem Punkte (im Aluta-Thal) unterbrochen, längs der Grenze Rumäniens vom Banat bis zur Marmarosch sich erstreckt und von dem Tatra sodann durch niedrigere, aus Sandstein gebildete Höhenzüge getrennt wird. Sie umschliesst die Hochebene Siebenbürgens wie ein engerer Wall im Hintergrunde des grösseren von Ungarn. An Höhe (7830 Fuss) stehen die südlichen Karpaten dem Tatra wenig nach, aber an Umfang und Ausdehnung der alpinen Regionen übertreffen sie ihn bei Weitem. Dieser orographischen Bildung entspricht der weit grössere Reichthum der südlichen Kette an endemischen Gewächsen: so sind von den hieher gehörigen Saxifragen [190] auf diesen Abschnitt drei Arten, auf den Tatra nur eine beschränkt, und eine fünfte bewohnt die alpine Region des ganzen Gebirgs. Wie der Tatra mit den Sudeten verknüpft ist, so weisen in den südlichen Karpaten manche Erzeugnisse (z. B. unter den Sträuchern die Ericee *Bruckenthalia*) auf die Gebirge Serbiens und Rumeliens, deren orographischer Zusammenhang mit den Karpaten des Banats nur durch die Stromengen der Donau unterbrochen wird.

Die serbisch-rumelischen Gebirge, soweit sie unserem Gebiete angehören, sind viel zu unvollständig untersucht, als dass über ihren Endemismus schon gegenwärtig sicher geurtheilt werden könnte. Die Wanderungen entsprechen auch hier den orographischen Verbindungen der so vielfach gegliederten Ketten mit Dalmatien, mit Griechenland und über die Dardanellen hinaus mit Anatolien, auch das Klima weist bereits auf den Orient. Die Forschungen von Pancic

in Serbien haben für dieses Land eine Ausbeute von endemischen Pflanzen (12, darunter die monotypische Umbellifere *Pancicia*) ergeben, die ich nach den Mittheilungen dieses Botanikers untersucht und als eigenthümlich habe bestätigen können.

Die vereinzelten endemischen Erzeugnisse der übrigen mittel- und nordeuropäischen Gebirge [191]) beweisen nur, dass auch diesseits der Alpen Vegetationscentren anzunehmen sind, von denen in Folge des Austausches jedoch nur noch wenig Spuren erkennbar bleiben.

Ueber den Endemismus der sibirischen Gebirge ist bis jetzt noch keine genügende Auskunft zu geben. Was den am genauesten erforschten Altai betrifft, so ist in vielen Fällen die Steppenflora von den Höheneinflüssen so unabhängig, dass man niemals wissen kann, wie weit selbst die alpinen Arten dieses Gebirgs sich nach Centralasien verbreiten. Hierauf beruhen ohne Zweifel auch die zahlreichen Wanderungen, welche über die aus dem Steppengebiet sich abgesondert erhebenden Gebirge stattgefunden haben, und die den Kaukasus und Vorderasien mit dem tibetanischen Himalaja und dem Altai verbinden. Jenseits der Wüste Gobi endlich haben zwar die russischen Botaniker Turczaninow, Maximowicz u. A. die endemischen Gewächse Dauriens und des Amurlandes aufgezählt, aber es ist abzuwarten, wie sehr die nähere Kenntniss der chinesischen Flora ihre Anzahl dereinst beschränken mag.

Wie weit nun die Tiefländer gegen die Gebirge an Pflanzen von beschränktem Wohngebiet zurückstehen, ist jetzt darzulegen. Was auf engem Raume die mechanischen Hindernisse der Wanderungen bewirken, das erfolgt in den Ebenen durch den langsamen Wechsel der klimatischen Werthe. Um auch hier Sibirien auszuschliessen, erhalte ich für den Endemismus in dem europäischen Antheil des Gebiets folgende Ziffernreihe, nachdem, wie in den übrigen Fällen, die geographischen oder systematischen Bedenken unterworfenen Arten ausgeschlossen wurden: Zone der Cerriseiche (12), der Kastanie in Frankreich und Asturien (21), russische Eichenzone (1).

Ausser Ungarn ist es also nur Frankreich, welches (auch abgesehen von seiner Mediterranflora im Rhonegebiet) eine Reihe eigenthümlicher Pflanzen besitzt. Ordnen wir diese französischen Gewächse nach ihrem Vorkommen, so ergiebt sich, dass sie fast sämmtlich von der atlantischen Küste stammen. Sie sind Glieder jener Flora, welche Forbes die atlantische nannte, und die, wenn die Wanderung den weitesten Raum umspannt, von Portugal bis zu den

britischen Inseln, in einzelnen Fällen sogar bis Norwegen und Island [193]) reichen kann. Indem aber die Vegetationslinie, welche, der Küstenentwickelung folgend, sie vom Innern des Kontinents ausschliesst, von beiden Endpunkten aus durch allmälige Uebergänge, aber in ungleicher Weise verkürzt wird, vertheilen sich die atlantischen Pflanzen auf mehrere Centren, unter denen das portugiesische das ergiebigste ist, indessen hier noch nicht berücksichtigt werden kann [194]). Innerhalb unseres Gebiets [193]) zähle ich 29 endemische Arten der atlantischen Flora und eine im Inneren Frankreichs. Unter den atlantischen Vegetationscentren ist die südliche Gruppe, welche an der Bai von Biscaya von Asturien bis zur Mündung der Gironde sich erstreckt, die bedeutendste (13). Die endemischen Pflanzen dieser Küste sind nach der verschiedenen Bildung des spanischen und französischen Abschnitts von einander gesondert. Die cantabrischen Pyrenäen dachen sich felsig zum Meere ab, während zwischen dem Adour und der Gironde die Sanddünen der Gascogne das Litoral bilden. Dieser Verschiedenheit des Bodens entspricht fast ausnahmslos das Vorkommen der asturischen Arten (4) und derjenigen, die dem Département des Landes eigenthümlich sind (9). Von diesen südlichen Centren aus gehen einzelne Arten, an die Küste gebunden, bis zur Bretagne (1) oder bis zur Normandie (1), andere (3) eine gewisse Strecke weit landeinwärts, indem sie ihre Ost- und Nordgrenze erst in der Nähe von Paris erreichen. An diese letzteren schliessen sich die über den Kanal bis zu den britischen Inseln verbreiteten Pflanzen der atlantischen Flora, die ich deshalb von den endemischen Gewächsen Frankreichs ausschliesse. Ein nördlicher als die Gascogne gelegenes Vegetationscentrum ist nur noch durch einzelne Arten an der Küste der Bretagne angedeutet. Es gehört dazu eine Pflanze, die zwischen La Rochelle und Quiberon (*Omphalodes litoralis*), eine zweite, die nur im Morbihan bemerkt worden ist (*Eryngium viviparum*); eine dritte (*Linaria arenaria*) folgt dem Litoral von Nantes bis Dünkirchen.

Die Frage, weshalb die atlantischen Pflanzen nicht landeinwärts gewandert sind, löst sich bei der Mehrzahl dadurch, dass sie sich wie Halophyten des Seestrandes verhalten, die daher die Küste nicht verlassen konnten. Wo dieses aber nicht der Fall ist, sind verschiedene klimatische Bedingungen zu unterscheiden, namentlich die Milde des Winters, die überaus verlängerte Vegetationsperiode und vielleicht auch der Einfluss der grösseren Feuchtigkeit der Luft.

Diejenigen Arten, welche aus Portugal stammen, stehen denen gleich, die aus anderen Gegenden der Mediterranflora bis zur französischen Westküste gelangt sind, weil sie hier denselben milden Winter finden wie im Rhonethal. Die atlantischen Eriken [195] indessen, von denen eine Art bis zu den Faröer und Bergen in Norwegen, vier andere bis Cornwales oder Irland sich verbreiten, können durch die Winterkälte nicht gehindert sein, von der Gascogne aus ostwärts in die Provence und das Rhonethal vorzudringen: denn die Januarwärme ist in Avignon fast dieselbe wie in Bordeaux und sinkt in Irland und an der Küste von Bergen tiefer als dort. An einem anderen Orte wird gezeigt werden, dass die klimatologischen Erklärungen überhaupt für diese Eriken noch nicht sicher festzustellen sind. Die Dauer der Entwickelungszeit, die in Portugal wegen der Sommerdürre kürzer ist als an der Bai von Biscaya, entspricht am meisten den endemischen Pflanzen der Gascogne, und ich bin erstaunt gewesen, wie gross die Zahl charakteristischer Gewächse war, die ich an der Mündung des Adour erst im September blühend fand. Solche Arten werden daher ebenso wenig nach Norden als nach Osten von ihrer Heimath sich entfernen, wenn sie ihre Entwickelungsperiode nicht verkürzen können. Ein geringeres Maass dieser Ansprüche an das Klima veranlasst sofort eine Erweiterung des Wohngebiets in beiden Richtungen. Ohne Zweifel sind es solche klimatische Werthe, welche Frankreich den Vorzug vor Deutschland geben, die Spuren seiner Vegetationscentren bewahrt zu haben. Allein es bleiben Fälle übrig, die auf diese Weise kaum genügend zu erklären sind, indem die Wanderung nach Norden weiter geht als sie im Inneren von Frankreich nach Maaasgabe dieser Bedingungen erschwert werden könnte. Hiebei ist ferner auch zu berücksichtigen, dass die atlantischen Pflanzen sich in einer ähnlichen geographischen Stellung befinden, wie die der Pyrenäen den Alpen gegenüber. Indem sie nur nach Osten oder nach Norden sich verbreiten können, folgen sie der nördlichen Bahn, wenn sie in dieser Richtung weniger als landeinwärts gehindert sind. Und wenn ihnen landeinwärts die entsprechende Wärme noch eine Strecke weit zu Theil würde, so ist es wohl wahrscheinlich die grössere Feuchtigkeit der vom Meere aus mit Wasserdampf gespeisten Küstenatmosphäre, woran ihr Vorkommen gebunden ist.

Zu einer Spur von Vegetationscentren im Inneren des Landes liefert, um ungewisse Fälle [196] zu übergehen, eine Doldenpflanze

den Beleg (*Peucedanum parisiense*), die das ganze mittlere Frankreich (46—49° N.B.) von Lyon bis Paris und namentlich das Flussgebiet der Loire bewohnt [196a]. Ein anderer ähnlicher Fall (*Silaus virescens*) hat sich nicht bestätigt [197]. Wie ist nun eine Erscheinung dieser Art im Tieflande erklärlich, wo die Fortpflanzung so viel mehr als im Gebirge erleichtert ist? Es scheint doch ein deutliches Zeichen, dass wir hier nicht eine untergehende, sondern eine in ihrem Heimathslande beharrende Pflanze vor uns haben, wenn wir in Betracht ziehen, dass unter der geringen Zahl von endemischen Gewächsen des Tieflandes beinahe der vierte Theil (8) zu derselben Familie der Doldenpflanzen gehört [198]. Von diesen nämlich wissen wir, dass der Samen die Keimkraft rasch verliert, und dass überhaupt viele derselben nur auf wenige und entlegene Standorte beschränkte Seltenheiten sind. So zählt die atlantische Flora Frankreichs vier eigenthümliche Umbelliferen, von denen eine (*Libanotis bayonnensis*) nur auf einem einzigen, vom Meere zerrissenen Felsen bei Biaritz beobachtet wurde. Man wird durch solche Erscheinungen an das Silphium des Alterthums erinnert, eine Doldenpflanze, die der Cyrenaica eigenthümlich war und, nach ihrer Darstellung auf Münzen zu urtheilen, im Laufe der Zeit völlig verschwunden ist, was bei endemischen Gewächsen so viel leichter als bei anderen sich ereignen kann. Im Tieflande können demnach einzelne Vegetationscentren auch dadurch erhalten bleiben, dass es ihren Erzeugnissen an hinlänglichen Kräften fehlt, andere Organisationen von ihrem Platze zu verdrängen, die ihnen an Fortpflanzungsfähigkeit überlegen sind.

In der deutschen Florenzone, wie sie der durch die Kastanie bezeichneten französischen gegenüber aufgefasst wurde, hat sich ausserhalb der Alpen keine Spur von Vegetationscentren erhalten, und ebenso wenig in der nördlichen Fichtenzone diesseits des Urals. Auch aus der Eichenzone Russlands kenne ich nur eine einzige endemische Pflanze, und diese gehört wiederum zu den Umbelliferen (*Seseli campestre*). Die Standorte auch der seltensten Pflanzen beruhen entweder auf eigenthümlichen Bedingungen der Oertlichkeit oder lassen wenigstens insofern auf solche Einwirkungen schliessen, als da, wo die eine unvermuthet auftritt, gewöhnlich auch andere sie begleiten, die ebenfalls in ihrer physischen Lebenssphäre beschränkt sind. Oder in anderen Fällen ist die Seltenheit des Vorkommens nur eine Folge davon, dass ein klimatischer Grenzbezirk erreicht ist, von dem aus in bestimmten Richtungen solche Gewächse allmälig häufiger

werden und über ein weites Wohngebiet sich ausdehnen. Zwar fehlt es auch in Deutschland nicht an Beispielen unvollendeter Wanderung, wie man dies namentlich durch die Abnahme des Pflanzenreichthums vom Inneren des Landes gegen die Küste der Nordsee oder an den grossen Flussthälern nachweisen kann, wo das fliessende Wasser die Ausbreitung förderte, aber, im Ganzen überblickt, sind die Wohngebiete der Arten zu gross, als dass ihre Heimath auf bestimmte Centren zurückgeführt werden könnte. Die Entstehungsorte haben sich zu Flächen von bedeutendem Umfange erweitert, und man kann wohl sagen, ob eine Art dem Buchen- oder Fichtenklima entsprossen ist, aber nicht, ob sie aus Deutschland oder Ungarn, aus Skandinavien oder Russland abstammt. Die Flora des deutschen Tieflands ist eine Vereinigung von Gewächsen der verschiedensten Heimath, die der centralen Lage des Landes gemäss auf ihrer Wanderung durch ähnliche Klimate sich hier begegnet sind. Bemühen wir uns, sie nach ihren klimatischen Bedingungen zu sondern, so erhalten wir mehrere Reihen, die nach der Lage und Grösse des Wohngebiets sich von einander unterscheiden, zuerst eine Menge von Pflanzen, die durch das Klima fast unbeschränkt sind, sodann solche, die dem Buchenklima entsprechen, andere, die den Zonen der Kastanie und Edeltanne oder diesen beiden und zugleich denen der Eichen gemeinsam sind, endlich eine viel grössere Anzahl, die von der Fichtenzone aus in dem Bereich der Edeltanne ihre westliche Grenze finden. Weit seltener sind die Beispiele von Arten [16] [199]), die auf die beiden Zonen der Edeltanne und der Cerriseiche sich einschränken oder dieselben nur wenig überschreiten, und nur äusserst wenige Fälle [2] [199a]) sind mir bekannt geworden, in denen die Zone der Edeltanne das einzige Wohngebiet diesseits der Alpen oder überhaupt ist. Unter den charakteristischen Gewächsen des centralen Europas ist die schon erwähnte Aldrovanda die einzige Wasserpflanze, fast alle übrigen sind Erzeugnisse des Kalkbodens, und der Mangel an festen Gesteinen, die solche Erdkrumen erzeugen, ist wahrscheinlich die Ursache, dass sie nicht, wie die meisten übrigen, in die Eichenzone Russlands vordringen. Denn abgesehen von ubiquitären oder solchen Pflanzen, die innerhalb des europäisch-sibirischen Tieflandes klimatisch unbegrenzt sind, besteht die Masse der Bestandtheile der deutschen Flora grossentheils aus Arten, die auch Russland und Sibirien bewohnen und an der früher bezeichneten nordwestlichen Vegetationslinie, 40—60 g. Meilen von der Nordsee

und der atlantischen Küste ihre klimatische Grenze finden. Dieser Abstand ist in Norddeutschland (z. B. in Magdeburg) kleiner als im Süden (Elsass, Dauphiné), was wohl dem Abschluss des mittleren Rheinthals durch das Schiefergebirge, die Vogesen und deren Verkettung mit der Auvergne zuzuschreiben ist. Andere Unregelmässigkeiten dieser Vegetationslinie beruhen auf den geognostischen Einflüssen des Bodens, wie die Unterbrechung derselben auf dem bunten Sandstein Hessens zwischen den Muschelkalken Thüringens und den kalkhaltigen Erdkrumen in der Wetterau und am Rhein.

Der Endemismus Ungarns ist noch nicht überall sicher festzustellen, weil die Flora Rumäniens und Bulgariens bis jetzt fast unbekannt geblieben ist. Indessen kann man nach dem Verhältniss derjenigen Pflanzen, welche in den Nachbarländern bereits nachgewiesen sind, sich eine Vorstellung davon machen, in welchen Richtungen ein mehr oder minder grosser Austausch stattgefunden hat. Hier überwiegen nun in Bezug auf das eingeschlossene Flachland Ungarns die Steppen und Wälder Russlands, deren Flora freilich viel genauer bekannt ist als die der südöstlichen Halbinsel. Allein die Verbindungen mit der letzteren beschränken sich grossentheils auf gemeinsame Gebirgspflanzen oder auf Gewächse der Mediterranflora, die in die wärmeren Gegenden des südlichen Ungarns eintreten. So sehr auch die Ansichten der Systematiker über viele Gewächse der ungarischen Flora getheilt sind [200], so lässt sich doch bereits sicher erkennen, dass die Pussten, die späteste Bildung des Landes, keine eigenthümliche Pflanzen besitzen, sondern ihre Vegetation grösstentheils aus den russischen Steppen entlehnt haben. Die endemischen Pflanzen des ungarischen Flachlandes bewohnen besonders die Wiesen und Wälder der Hügelgelände oder den Felsboden ihres anstehenden Gesteins. Eine monotypische Malvacee (*Kitaibelia*), die, zuerst auf dem niedrigen Höhenzuge Syrmiens entdeckt, später auch in Slavonien gefunden wurde, ist die ausgezeichnetste Erscheinung unter diesen eigenthümlichen Erzeugnissen. In der bedeutenden Grösse derselben erkennen wir den früher erwähnten Charakterzug der osteuropäischen Flora, dass daselbst der Stengel bei den Stauden an Höhe zunimmt, eine Erscheinung, die mir in dem üppigen Pflanzenwuchse an den Ufern der Donau bei Orsova im Banat besonders auffallend entgegentrat.

Die Gesammtzahl der im europäisch-sibirischen Gebiete beobachteten Gefässpflanzen schätze ich auf etwa 5500 Arten, die aber

mit den Nachbarfloren so reichlich gemengt sind, dass man davon kaum 40 Procent als eigenthümlich oder jenseits der Grenzen nur sporadisch wiederkehrend ansehen kann. Da die klimatischen Bedingungen der Vegetation sich auf den Gebirgen Südeuropas grossentheils wiederholen, die alpine Region der Alpen in der arktischen Zone, die dürren Landschaften Ungarns und Dauriens in den Steppen einen ähnlichen Ausdruck finden, so ist die Selbständigkeit der Flora in höherem Grade durch ihren physiognomischen Charakter als durch ihre systematischen Bestandtheile ausgedrückt. Indessen finde ich doch von 37 monotypischen Gattungen [201] 19 als streng endemisch zu bezeichnen, und bei 8 anderen ist nach ihrem sporadischen Vorkommen in den Nachbarländern der Ursprung aus dem Gebiete ebenfalls als sicher anzusehen. Wir können daher diese 27 Monotypen als charakteristisch für die Vegetationscentren desselben bezeichnen. Sie dienen, unregelmässig vertheilt, den Ansichten über deren Anordnung durchaus zur Bestätigung. Denn die grösste Reihe (11) stammt auch hier wieder aus den Alpen: hierauf folgen die Amurflora (4), die Pyrenäen (3); das europäische Tiefland wird von einer monotypischen Gattung in weiterem Umfange bewohnt, von einer zweiten innerhalb des Buchenklimas und von einer dritten im Norden; endlich besitzen je eine die Karpaten, das Flachland Ungarns, Serbien, Bosnien, der Altai, die Ebene Sibiriens.

Die Versuche, welche ich anstellte, die Bestandtheile der Flora nach ihren klimatischen Bedingungen zu ordnen, haben zu keinen sicheren Ergebnissen geführt, theils weil die Nachrichten über das Vorkommen der einzelnen Arten häufig nicht genügen, theils weil bei denjenigen, die durch mehrere Vegetationszonen oder zugleich in die Nachbarländer verbreitet sind, die ursprüngliche Heimath ungewiss bleibt. Einige meiner Schätzungen, die zur Uebersicht von den Bestandtheilen der Flora dienen können, glaube ich indessen in den Noten mittheilen zu dürfen [202].

Der Austausch der Pflanzen zwischen den einzelnen Abschnitten des Gebiets und mit den Nachbarländern verdunkelt zwar die Frage über die Heimath mancher Arten, es lässt sich indessen in vielen Fällen die Richtung der Wanderungen, welche stattgefunden, erkennen. Forbes [179] suchte in seiner Arbeit über den Ursprung der britischen Flora diese Aufgabe dadurch zu lösen, dass er die Mittelpunkte des Wohngebiets zur Bestimmung der Heimath benutzte. Er kam zu dem Ergebniss, dass die meisten Pflanzen Grossbritanniens

auf die Verbindung mit Deutschland hinweisen, und dass sich von diesen vier kleinere Reihen von Arten unterscheiden lassen, von denen zwei dem Tieflande angehören und die eine das südwestliche England und das südliche Irland mit dem Westen, die andere den Südosten Englands mit dem Norden Frankreichs verknüpfen, die beiden anderen sodann die Gebirge Westirlands mit den Pyrenäen und die Hochlande von Schottland und Wales mit den norwegischen Fjelden in Beziehung setzen. Auf diese Grundlage baute er seine geologischen Hypothesen, aber die Thatsachen lassen sich ebenso wohl auf Wanderungen zurückführen, deren Richtung zu bestimmen sie, für sich betrachtet, indessen nicht genügen würden. Fügen wir aber hinzu, dass auf den britischen Inseln keine endemische Pflanzen nachgewiesen sind, dass keine Gattungen vorkommen, die daselbst mehr Arten enthielten als in den Ländern, mit denen der Austausch stattfand, und dass die letzteren überhaupt eine reichere Flora besitzen, von welcher eben nur ein bestimmter Antheil das Meer zu überschreiten vermochte, so erscheint der Schluss gerechtfertigt, dass die Wanderungen in der Richtung vom Kontinent aus erfolgt sind und also die ganze Flora Grossbritanniens als eine von auswärts angesiedelte zu betrachten sei. Zu demselben Ergebniss gelangte Martins [203]) in Bezug auf die nordatlantischen Archipele, welche zwischen Schottland und Island liegen und in dieser Richtung die Migrationen erleichtern. Er schloss bereits aus dem nicht endemischen Charakter der Vegetation, dass alle Gewächse dieser Inselgruppen entweder aus Europa eingewandert seien, oder dass, wenn sie zum Theil aus Amerika stammten, doch keine amerikanische Art vorkomme, die nicht auch in Europa einheimisch sei. Auch auf die britischen Inseln selbst dehnte er diese Betrachtungen aus, wo sie nur zwei, unten anzuführende Ausnahmen erleiden. Wenn Martins demohngeachtet die arktischen Bestandtheile der Flora der nordatlantischen Archipele von Grönland und Amerika ableiten wollte, so lag, wie ich damals näher ausgeführt habe, kein thatsächlicher Grund dazu vor, und es wäre richtiger gewesen, alle Pflanzen dieser Inseln als vom alten Kontinent eingewandert aufzufassen. Von Wichtigkeit ist indessen seine Bemerkung, dass die norwegischen Fjelde selbst nur als ein secundäres System von Vegetationscentren gelten könnten, dessen arktische Pflanzen von Lappland abstammen, weil ihre Zahl vom Polarkreise nach Süden abnehme. Diesen Satz hat Christ [184]) weiter ausgeführt und nachzuweisen gesucht, dass die alpinen Bestandtheile

der skandinavischen Flora zum Theil aus Sibirien, die übrigen aus den südlicher gelegenen Gebirgen Europas herbeigeführt sein können. Die einzige, oben erwähnte endemische Pflanze der Fjelde möchte, da sie leicht noch anderswo aufgefunden werden kann, gegen die Masse der übrigen nicht ins Gewicht fallen. Die Flora der Fichtenzone Skandinaviens und Nordrusslands enthält ebenfalls wohl kaum ein Gewächs, welches nicht auch entweder in Sibirien oder in den südlicher gelegenen Vegetationszonen Europas vorkäme. Der nicht endemische Charakter des europäischen Nordens und der jenseits des 50. Parallelkreises gelegenen Inseln des atlantischen Meeres ist in geologischer Beziehung besonders bemerkenswerth. Denn es geht daraus die Unabhängigkeit der Lage der Vegetationscentren von dem Alter des Festlandes hervor. Zwischen England und Island sind alle geognostischen Formationen von den ältesten bis zu den jüngsten vulkanischen und tertiären Bildungen nicht bloss vertreten, sondern Skandinavien gehört, da sein Gneissplateau in weitestem Umfange von jüngeren neptunischen Ablagerungen unbedeckt ist, zu denjenigen Theilen der Erde, die seit den frühesten Zeiten der Vorwelt über das Meer hervorragten. Die heutigen Vegetationscentren zeigen sich daher hier nur geographisch, nicht aber geologisch geordnet, und in welcher Periode der Erdbildung diese organisirenden Thätigkeiten stattfanden, lässt sich nur aus der Vergleichung mit den untergegangenen Schöpfungen schliessen, nicht aus der Beschaffenheit des Bodens, dem die gegenwärtigen entsprossen sind. Gerade die reichsten Centren, wie die der Alpen, gehören zu den neusten Hebungssystemen und weisen darauf hin, dass die Erzeugung der heutigen Flora erst in der jetzigen Erdperiode erfolgte, aber eben nicht überall stattfand. Sollte man hiernach geneigt sein anzunehmen, dass der Untergang der vorausgegangenen Tertiärflora durch die Anhäufung des Eises bewirkt sei, so ist dagegen zu erinnern, dass die Thatsachen, die den Vorstellungen über die Glacialperiode zu Grunde liegen, auf die grössere Ausbreitung der Gletscher in den Gebirgen sich beschränken, die ebensowohl von vermehrter atmosphärischer Feuchtigkeit als von verminderter Wärme bedingt sein konnte, und dass die erratischen Blöcke der Ebenen in schwimmenden Eisbergen eine befriedigendere Erklärung finden als in festliegendem Gletschereis. Der zweideutigen Annahme einer allgemeinen Eiszeit möchte ich daher zur Bezeichnung dessen, was man früher Diluvialzeit nannte, den Ausdruck Glacialperiode vorziehen, der auf die Ausbreitung der

grossen Gletscher bezogen werden kann. Dass die Braunkohlenflora in Europa nicht fortbestand, sondern einer neuen Schöpfung, die sie verdrängte, weichen musste, ist bei dem steten Kampfe der Organismen, die um so kräftiger sind, je mehr sie den gerade bestehenden physischen Bedingungen entsprechen, auch ohne Annahme einer Eisbedeckung wohl zu begreifen.

Unter allen Verbindungen mit den Nachbarländern ist der Austausch der Flora unseres Gebiets mit der Südeuropas der umfassendste. Hier gestattet die Art, wie die einzelnen Pflanzen verbreitet sind, mit noch weit grösserer Sicherheit als im Norden, zu schliessen, dass die Wanderung in beiden Richtungen stattgefunden hat. Wenn auch auf den Gebirgen des Südens entsprechende klimatische Verhältnisse wiederkehren, so ist doch das Vorkommen der in höheren Breiten einheimischen Gewächse daselbst durchweg ein sporadisches, sie sind von anderen Arten begleitet, die diesseits der Alpen nicht gefunden werden. In umgekehrter Richtung verlieren sich diejenigen Pflanzen der Mediterranflora, die in die französischen oder ungarischen Vegetationszonen eintreten, allmälig mit den geänderten klimatischen Bedingungen. So ist es fast in jedem Falle leicht, die ursprüngliche Heimath der einzelnen Arten zu erkennen, und da die Anzahl der südlichen Gewächse, welche die Grenzen der Mediterranflora überschreiten, etwa um das Fünffache geringer ist als die der jenseits der Alpen wiederkehrenden, die aus nördlicheren Breiten abstammen, so erhöht sich dadurch der selbständige Charakter der Flora unseres Gebiets sehr bedeutend.

Schon oben wurde der Verknüpfung der ungarischen Pussten mit der Flora der Steppen gedacht und gezeigt, dass die Wanderung hier von den Vegetationscentren in den letzteren ausgegangen und also in wesentlicher Richtung erfolgt sei. Wiewohl durch die Karpaten getrennt, treten die Steppen doch in der Moldau, wo sie zwischen dem Sereth und Pruth die Wälder zurückdrängen [204]), nahe genug an die Pussten heran, um die Ansiedelungen zu erleichtern. Im umgekehrten Sinne rücken aber auch zahlreiche Pflanzen des Waldgebiets in die Steppen ein, nicht bloss solche, die wegen der Kürze ihrer Vegetationsperiode verschiedenen Klimaten angepasst sind, sondern auch viele andere, weil sie an den Flüssen und auf den Gebirgen sich wie in ihrer Heimath entwickeln können. Von grösserem Interesse sind die, wenn auch nur vereinzelten Beispiele, dass Stauden des Hochgebirgs (z. B. *Astragalus Onobrychis*) in den Steppen wieder-

kehren, unstreitig weil dieselben einer kurzen Entwickelungsperiode bedürfen, die ihnen in beiden Fällen zu Gebote steht, ohne dass sie von der Wärme oder anderen klimatischen Werthen in gleichem Grade beeinflusst werden. Aehnliche Beziehungen sind es auch, die den viel allgemeineren Austausch zwischen dem Altai und den asiatischen Steppenlandschaften veranlassen, und die der Vermischung der Flora von Daurien mit der Gobi zu Grunde liegen. Ob in solchen Fällen die Pflanzen aus der Ebene in das Gebirge anstiegen oder in entgegengesetzter Richtung sich verbreitet haben, würde bei näherer Untersuchung vielleicht aus der Massenentwickelung der Individuen oder aus der systematischen Stellung der Gattungen sich ergeben. Der westliche Altai, das Quellgebiet der grossen sibirischen Ströme, ist im Verhältniss zu Daurien feucht, wie die Alpen im Vergleich mit Südrussland: es werden demnach die Pflanzen des feuchten Bodens in diesen Gebirgen, die des dürren in den Steppen entstanden sein und nach diesem Verhältniss die Standorte gedrängt oder sporadisch sich vertheilen.

Eine Andeutung, dass auch die lange Dauer der Vegetationszeit als allein wirksamer Faktor in Betracht komme, finde ich in einigen wenigen Pflanzen [205]), die Ungarn und Frankreich gemeinsam sind, ohne in Deutschland vorzukommen.

Die Verbindungen Ostsibiriens mit der chinesisch-japanischen Flora sind zwar schon vielfach nachgewiesen, aber die Kenntniss dieses Verhältnisses ist viel zu lückenhaft, als dass über die Bedingungen solcher Wanderungen jetzt schon geurtheilt werden könnte. Die Forschungen Schmidt's auf der Insel Sachalin, wo beide Floren sich unmittelbar berühren, weisen auf einen allmäligen Uebergang von der einen zur anderen in diesen höheren Breiten hin.

Ueber das Verhältniss zu dem Waldgebiete Nordamerikas sind die Erfahrungen maassgebend, dass die Vermischung mit der Flora Sibiriens grösser ist als mit der europäischen, und dass diejenigen Pflanzen, die zugleich in Europa und in den östlichen Staaten wachsen, durch alle Meridiane des Festlandes, also auch durch Nordasien und von Küste zu Küste durch den westlichen Kontinent verbreitet sind. Ausnahmen von dieser Anordnung sind zwar unter den durch Mitwirkung menschlicher Kultur zufällig angesiedelten Gewächsen häufig genug (z. B. in Europa Astern und Oenotheren an den Flussufern, *Paspalum distichum* in der Gascogne, *Elodea canadensis* in England und Norddeutschland): aber von einer direkten Uebertragung

über das atlantische Meer, die in diesen Breiten im natürlichen Verlauf der Dinge erfolgt wäre, sind nur zwei oder drei Beispiele bekannt (die Standorte von zwei nordamerikanischen Pflanzen in Irland, der Orchidee *Spiranthes cernua* und des *Eriocaulon septangulare*, des einzigen Vertreters der Restiaceen in Europa in den Sümpfen von Connemara und auf der Insel Skye; sodann in umgekehrter Richtung die Ansiedelung der europäischen Calluna in Newfoundland, auf welche wir an einem anderen Orte zurückkommen).

Ebenso spärlich sind die Ansiedelungen aus entlegeneren Florengebieten, die sich oft auf den Handel und die Schifffahrt zurückführen lassen (z. B. *Cotula coronopifolia* in den deutschen Küstenlandschaften an der Nordsee, *Galinsoga parviflora* aus Mexiko, u. a.). So eröffnet auch im Gebiete selbst der Verkehr zuweilen neue Bahnen der Pflanzenwanderung, wovon ein mehrfach besprochener Fall vorkam [206]), als plötzlich eine sehr auffällige Synantheree (*Xanthium spinosum*) sich massenhaft von Ungarn aus in das südliche Deutschland verbreitete, deren dornige Früchte sich im Vliess weidender Schafe festhängen und, mit der Wolle ausgeführt, erst unter dem Abfall der Webereien zur Keimung gelangten.

III.

MITTELMEERGEBIET.

Klima. Die Küstenländer am mittelländischen Meer sind durch einen gemeinsamen Charakter der Vegetation verbunden, durch deren schöne Formen ebenso sehr, wie durch das mildere Klima, die Sehnsucht des Nordländers nach dem Süden geweckt wird. Wenn auch nicht überall im dunkeln Laub die Goldorange glüht und die afrikanische Palme nur in einzelne Gegenden verpflanzt ward, wo sie nicht einmal ihre Früchte reift, so übt doch die Landschaft einen eigenthümlichen Zauber aus, dessen Reiz sogar die Alten in ihrem unentwickelten Natursinn lebhaft empfunden haben, und dessen Eindruck sie erkennen lassen, so oft sie ihre Heimath dem finstern Norden gegenüberstellen. Selbst das Unorganische scheint sich am Mittelmeer mit einem reicheren Farbenschmuck zu beleben. Die dunklere Färbung des Himmels und des Meers, die scharfen Konturen am Horizont, die selbst dem niedrigen Hügelrücken eine gewisse Bedeutung verleihen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre, wodurch Fernes und Nahes zu einem inhaltsvollen Bilde verknüpft wird, alles dies sind Folgen der während des Sommers regelmässig von Norden nach Süden bewegten Luftströmung, in welcher die Dünste sich auflösen und die Wolken sich nicht anhäufen können. In dem Glanze, den die Sonne dann über der Landschaft ausbreitet, verschönern sich auch die Pflanzenformen. Die aufstrebenden Zweige der Pinie, die tiefen Farben schlanker Cypressen heben sich schärfer von der reinen Luft ab, und selbst den bläulichen, matten Duft des Olivenhains möchte man neben den grellen Lichtern nicht vermissen. Hat die kühle Regenzeit des Winters den Reiz dieser Eindrücke

unterbrochen, so entfaltet sich schon gleich nach den ersten Monaten des Jahrs in den immergrünen Gebüschen und selbst auf verödetem Geröllboden eine Blüthenfülle, wie sie in solcher Mannigfaltigkeit der Norden nirgends aufzuweisen hat. Und ist auch dieser Schmuck dann bald wieder verschwunden und wird die Empfänglichkeit für die Bilder der Natur durch die Gluth der heissen Tage erschlafft, wechseln doch mit ihnen laue, andalusische Nächte, um im Anblick der Gestirne, deren heller Glanz die Dunkelheit erleuchtet, in dem Dämmerlicht, das über den Formen der Landschaft schwebt, diesen Sinn immer wieder aufs Neue zu beleben.

Nicht die höhere Wärme ist es allein, sondern der vom Norden Europas abweichende Gang der Jahrszeiten, wodurch die Ordnung des Pflanzenlebens im Gebiete des Mittelmeers bestimmt wird. Hier sind nicht wie dort die atmosphärischen Niederschläge über das ganze Jahr vertheilt, sondern der heisse Sommer ist regenlos. Wenn die Sonne sich dem nördlichen Wendekreise nähert und der heisseste Gürtel der Erde ihrer Bahn nachfolgt, rückt auch der Passatwind in höhere Breiten, weil die Luft bis zu einem bestimmten Abstande von dem wärmeren Raume aspirirt wird. Die afrikanische Wüste mit ihrer nackten, im Sommer stark erhitzten Bodenfläche erhöht diese Wirkungen, indem sie dem grössten Theile des Gebiets südwestlich gegenüber liegt und daher Nordostwinde erzeugt, die, auf ihrer Bahn sich erwärmend, die regenlose Jahreszeit hervorrufen. In diesem Verhältnisse der entgegengesetzten Vertheilung von Festland und Meer ist der wesentlichste klimatische Gegensatz zwischen Südeuropa und den südöstlichen Staaten Nordamerikas begründet, die in der Richtung des Passatwindes vom mexikanischen Golf bespült werden, und denen die befeuchtenden Niederschläge auch im Sommer nicht entzogen sind. Nur die spanische Halbinsel ist so gelegen, dass die Aspiration in der warmen Jahrszeit grossentheils vom atlantischen Meere aus erfolgt, aber gerade hier ist aus verschiedenen zusammenwirkenden Ursachen die Regenlosigkeit des Sommers in weitestem Umfange ausgeprägt. Hier wehen die nördlichen und östlichen Winde über ein trockenes Hochland und über die Gebirgsketten, welche es einschliessen und der Luft die Feuchtigkeit entziehen, aber auch hier ist der Einfluss der Sahara in anderem Sinne bemerklich, indem dieses Wärmecentrum zu Zeiten in entgegengesetzter Richtung seinen heissen, Dürre verbreitenden Wüsten-Sirocco entsendet. Allgemeiner aufgefasst ist es indessen nicht allein

die Nähe Afrikas, wodurch sich der eigenthümliche klimatische Charakter des Mittelmeergebiets erklärt, sondern nicht minder wirkt auch die durch die Alpen und andere Gebirge vom nördlichen Europa abgesonderte Lage. Die Polarströmungen der Atmosphäre erwärmen sich nicht bloss, indem sie nach Süden auf ihrer Bahn fortrücken, sondern, wo dieselben in das Gebiet eintreten, haben sie überall von den Pyrenäen bis zum Balkan und dann wiederum in Kleinasien und am Kaukasus mächtige, westöstlich gerichtete Gebirgsketten zu überschreiten, auf denen die Luft einen Verlust an Wasserdampf erleidet. Im Sommer ist durch solche Höhenzüge die Linie bezeichnet, bis zu welcher die Stetigkeit des südeuropäischen Passatwindes reicht: bis zu diesen Grenzen bestimmt die Sahara den Entwickelungsgang der Vegetation, da jenseits das ganze Jahr hindurch die Polarströmungen mit den aequatorialen abwechseln.

Die Einflüsse der höheren Wärme auf die Vegetation Südeuropas äussern sich mehr in der verminderten Winterkälte als in der gesteigerten Temperatur des Sommers. Diese Werthe ändern sich nicht gleichmässig, der Winter ist bei Weitem milder, der Sommer nicht in gleichem Grade wärmer [1]). Steht die Sonne im Norden minder hoch am Himmel, so wird dies im Sommer durch die längeren Tage einigermaassen ausgeglichen, während im Winter die längeren Nächte in gleichem Sinne wie der tiefere Sonnenstand erkältend wirken. Aber auch ohne dieses Verhältniss in Betracht zu ziehen, ist es ganz unzulässig, einen vergleichenden Maassstab für die Lebensbedingungen nord- und südeuropäischer Pflanzen von der Höhe der Sommerwärme abzuleiten. Denn während im Norden die Phasen der Vegetation mit der wärmeren Periode des Jahrs zusammenfallen, entwickeln sich im Süden die Pflanzen während des Frühlings, verharren im Stillstande, so lange die Feuchtigkeit ihnen entzogen ist, und beleben sich aufs Neue unter dem Einflusse der Herbstregen. Man müsste daher die Juliwärme des Nordens mit der Maiwärme des Südens vergleichen, um die Frage zu beantworten, ob hier die Vegetation einer höheren Temperatur bedarf als dort. In diesen Werthen aber zeigt sich diesseits und jenseits der Alpen keine Verschiedenheit: die Mai-Isothermen 14° bis 16° R. umfassen den grössten Theil des Mittelmeergebiets, die Juli-Isothermen von entsprechender Temperatur berühren Berlin und Wien. Die höhere Juliwärme des Südens (20° R.) wirkt nur indirekt dadurch, dass sie die Vegetation während ihres Stillstandes nöthigt, sich gegen die Gluth der Sonne

zu schützen, ohne die Mittel dazu in der beschleunigten Verdunstung ihrer Blattflächen zu besitzen, und dieses Verhältniss wird daher bei der Betrachtung der einheimischen Pflanzenformen sehr zu beachten sein. Wie aber auf der anderen Seite dieselben durch die Winterkälte von der Einwanderung in das nördliche Gebiet zurückgehalten werden, ergiebt sich aus anderen Erscheinungen. Zuerst erkennen wir diesen Zusammenhang in den Vegetationslinien des westlichen Seeklimas, in der so viel bedeutenderen Vermischung der Pflanzenarten des Südens und Nordens in Frankreich und bis nach Irland. Eine der ausgezeichnetsten Formen des Mittelmeergebiets, die immergrünen Sträucher, überschreiten dessen Grenzen an den westfranzösischen Küsten, wie sie kultivirt den milderen Winter Englands ertragen, wogegen diejenigen, die gegen den Frost am wenigsten empfindlich sind, doch nicht tief in den Kontinent eindringen. Sodann beruht auf dem Schutz, den die Alpen an ihrem südlichen Fuss gegen die Winterkälte gewähren, zum grössten Theil der schroffe und einladende Gegensatz, der beim Eintritt in die lombardische Ebene so lebhaft empfunden wird. Denn die südliche Vegetation, die das Gestade der italienischen Seen schmückt, entwickelt sich in einem Klima, wo es auch im Sommer nicht an Niederschlägen fehlt [2]), der Winter aber selbst für die Kultur der Orangenbäume nur unbedeutende Sicherungsmittel erheischt. Von allen Gewächsen der Mediterranflora ist der Oelbaum dasjenige, welches am besten sich eignet, die klimatischen Grenzen des Gebiets festzustellen. Auch von diesem Baume ist es bekannt, wie empfindlich derselbe gegen den Frost ist, und wie die ungewöhnliche Kälte einzelner Jahre dem Olivenbaum gefährlich wird und die Pflanzungen vernichtet [3]).

Sind nun aber auch die Regenlosigkeit des Sommers und die Milde des Winters die wichtigsten Eigenthümlichkeiten des Klimas, die auf die Vegetation in den Ländern am Mittelmeer einwirken, so würde man dieses Gebiet doch sehr einschränken müssen, wollte man hiernach dessen Umfang bestimmen. Was man Mediterranflora nennt, den Inbegriff derjenigen Pflanzenformen und Formationen, wodurch sich diese Küstenländer am auffallendsten von den Nachbargebieten unterscheiden, ist freilich an jene klimatischen Charakterzüge gebunden. Allein durch die plastische Gestaltung der Oberfläche erfährt das Klima einen so mannigfaltigen und über so weite Räume ausgedehnten Wechsel, dass für die Mediterranflora oft nur ein schmaler Küstensaum übrig bleibt und auch dieser ganz verloren

gehen kann. Gerade die Mischung verschiedener Klimate, die auf diesen Halbinseln so mannigfach sich berühren und absondern, ist es gewesen, was von Seiten der Natur zu der alten Blüthe der Civilisation, zu den vielfach gesonderten nationalen Entwickelungen mächtig beigetragen hat, und was sich ebenso noch heute in den vegetabilischen Produkten der einzelnen Landstriche abspiegelt.

Jede der vier grossen Halbinseln, die den bedeutendsten Theil des Mittelmeergebiets einnehmen, hat ihren eigenen, klimatischen Charakter theils durch die Gebirgszüge, die sie umsäumen und erfüllen, theils durch die ungleiche maritime Lage erhalten. Nach diesen Bedingungen ist auch die Mediterranflora, die oft nur eine immergrüne Küstenregion bildet, in verschiedenem Umfange entwickelt oder zu Uebergangsbildungen umgestaltet, die sie mit anderen Vegetationsgebieten verknüpft. So wird es erforderlich, auf das Einzelne einzugehen und die klimatische Stellung der einzelnen Länder zu vergleichen. Indessen ist zuvor ein allgemeineres Verhältniss anzuführen, welches aus dem Einfluss des atlantischen Meers entspringt und, je weiter man nach Westen vorrückt, allmälig immer mehr in die örtlichen Bedingungen der Vegetation eingreift.

Wenn man bedenkt, wie gross die Küstenentwickelung in Südeuropa ist, wie bis zum Pontus die Meeresbreiten so tief in die entlegensten Theile des Kontinents eindringen, dass alle Länder sich halbinselförmig gestalten, so sollte man erwarten, dass das Seeklima, welches diesseits der Alpen die Anordnung der Vegetation bestimmte, im jenseitigen Gebiete überall gleichmässig sich ausprägen müsste. Aber die kleineren Binnenmeere haben nicht die gleiche Kraft, die Gegensätze der Temperatur abzustumpfen, wie der grosse Ocean. Es machen sich daher, wie man aus den Höhengrenzen der Vegetation schliessen kann, die Unterschiede der Temperatur-Variation auch im Bereich des Mittelmeers geltend. Je weiter man sich von der atlantischen Küste entfernt, desto mehr nimmt unter gleichem Niveau auch hier die Winterkälte zu[4]), und es verkürzt sich daher auch die Entwickelungszeit des Pflanzenlebens. Da sich auf den Halbinseln Südeuropas nur selten ausgedehnte Tiefebenen finden, sondern alle Länder von Gebirgszügen reich erfüllt sind, so sprechen sich diese Einflüsse am deutlichsten in den Niveaugrenzen solcher Pflanzen aus, die gegen die Winterkälte empfindlich sind oder einer längeren Dauer ihrer Vegetation bedürfen. Im Osten bedecken daher die Formen der immergrünen Region fast überall

nur einen schmalen Küstenstreif, sie reichen nur bis zur Höhe von 12—1500 Fuss [5]), und jenseits der nahen Gebirgszüge verhindert das Niveau des Binnenlandes, dass sie irgendwo im Innern der Halbinsel wiederkehren. Diese Höhengrenze wächst in westlicher Richtung, sie erreicht am Südabhang der Seealpen das Niveau von 2400 Fuss, bis zu welchem bei Nizza die Kultur des Oelbaums betrieben wird [6]). Aber an der portugiesischen Küste tritt ein neuer Gegensatz hervor. Hier sinkt die Grenze der Olive sogar im äussersten Süden von Algarvien wiederum unter 1400 Fuss herab und schon von 900 Fuss an aufwärts beginnen diese Bäume zu verkümmern [7]). Man könnte glauben, dass ihnen die Feuchtigkeit der atlantischen Küste ebenso wenig wie der rauhere Winter des Ostens zuträglich ist. Doch kann erst bei den Regionen auf dieses Räthsel des Steigens und Sinkens der Höhengrenzen näher eingegangen werden und es ist jetzt nur darauf hinzuweisen, dass in diesem Fall entgegengesetzte Bedingungen, über einen gewissen Grad gesteigert, gleiche Wirkungen haben können, dass die Extreme des gleichmässigen und des nach den Jahreszeiten wechselnden Klimas gleich ungünstig einwirken und in den mitten inne liegenden Meridianen jene Gewächse am höchsten in das Gebirge ansteigen. Wollte man indessen Zweifel hegen, ob hier wirklich der Einfluss des atlantischen Meers zu Grunde liege, so ist zu bemerken, dass auch die Buchengrenze und vielleicht selbst die Schneelinie [8]), so weit sie in Südeuropa überhaupt zu erkennen ist, ganz ähnlichen Gegensätzen der westlichen und östlichen Lage unterworfen ist wie die Ausbreitung der immergrünen Region. Vielmehr scheint auf demselben Parallelkreise dieser klimatische Wechsel auf gewisse Pflanzen sogar stärker einzuwirken als der Unterschied der Breitengrade am Mittelmeer. Die immergrüne Region reicht wenig höher hinauf in Lycien (36° N. B.) als an der Südküste Thraciens (41°), der Oelbaum steigt nicht so hoch am Aetna (2200 Fuss unter 38°) als im Litoral von Nizza (2400 Fuss unter 44°). Die höhere Wärme einer südlicheren Lage hat auf die immergrünen Gewächse einen geringen Einfluss, weil sie von einer längeren Dauer der trockenen Jahreszeit begleitet ist, die ihre Vegetation unterbricht.

In Spanien und Portugal sind die immergrünen Laubhölzer fast über die ganze Oberfläche des Landes verbreitet, und doch ist keine der südeuropäischen Halbinseln klimatisch reicher gegliedert als diese. Dem dürren Hochlande steht die feuchte atlantische Küste

gegenüber, dem rauhen Winter Madrids die heisse Niederung Andalusiens. Den Uebergängen vom gleichmässigen in das excessivere Klima, sowie von dem Uebermaass des Regens zu Coimbra bis zu dem fast beständig heiteren Himmel von Murcia, Gegensätzen, die bald in verschiedenem Grade abgestuft, bald durch Gebirgsketten schroffer gesondert sind, entspricht eine Mannigfaltigkeit der Pflanzenarten, die in Europa nirgends übertroffen wird. Im Norden bezeichnen die Pyrenäen von ihren centralen Erhebungen aus bis zum Vorgebirge Finisterre in Galicien eine scharfe Grenze gegen das Gebiet der nordeuropäischen Flora, zu dem nach Klima und Vegetation auch das biscayische Küstenland gerechnet wurde, wo nur wenige Pflanzen vorkommen, die nicht auch dem westlichen Frankreich angehören [9]). Unmittelbar an der Südseite der cantabrischen Pyrenäen beginnt das weite Tafelland, welches den grössten Theil Spaniens umfasst und durch die ihm aufgesetzten Gebirgsketten in mehrere natürliche Abschnitte zerfällt. Auch dieses Hochland, dessen mittleres Niveau über 2000 Fuss beträgt [10]), hat ein von der Mediterranflora abweichendes Klima und bildet ein eigenthümlich spanisches Florengebiet. Durch den regenlosen Sommer mit der immergrünen Region übereinstimmend und daher manche ihrer Gewächse aufnehmend, unterscheidet es sich durch den strengeren Winter [11]) und durch grössere Trockenheit der Luft. Denn die spanischen Hochflächen sind im Sommer noch dürrer als die Küstengegenden des Mittelmeers. Von allen Seiten entziehen ihnen umschliessende Grenzgebirge den Wasserdampf, durch die Verdunstung in der heissen Jahrszeit verschwindet, was die Atmosphäre und die Berge dem Boden an fliessendem Wasser zurückgeben. Bis zu einem gewissen Grade sind die Jahrszeiten denen der russischen Steppenflora ähnlich. Auf den feuchtmilden Frühling, der alle Pflanzen zur Blüthe treibt, folgt ein heisser und trockener Sommer, und ebenso verkürzt der Winter ihre Entwickelungszeit. Aber wenn sich hiedurch erklärt, dass einige Gewächse des spanischen Hochlandes in der russischen Steppe und in Anatolien wiederkehren, so ist deren Anzahl doch nur klein. Denn so kalt wie in Russland ist der Winter nicht. Der Einfluss des atlantischen Meers macht sich hier im Gegensatz zu dem excessiven Klima des inneren Kontinents doch so sehr geltend, dass der grösste Theil der spanischen Pflanzen die hohe Winterkälte der östlichen Steppen nicht erträgt. Als ein eigenthümliches Uebergangsglied zwischen der Mediterran- und Steppenflora besitzt das spanische Tafelland

eine grosse Reihe endemischer Gewächse, deren klimatische Bedingungen nirgends in Europa wiederkehren. Endlich haben auch die tiefer gelegenen Landschaften, die das Hochland umschliessen und von den Küsten aus in dasselbe eindringen, keineswegs überall das Klima der Mediterranflora. Im Osten scheiden sich von ihr durch eine weit grössere Trockenheit der Luft in allen Jahrszeiten die Tiefländer von Aragonien und Murcia, jenes, weil es von Tafelland oder Gebirgsketten rings umschlossen, von allen Seiten Luftströmungen empfängt, die bereits ihren Dampfgehalt verloren haben, dieses, weil an dem einzigen Punkte, wo es an der Küstenseite geöffnet ist, der Sirocco von der Sahara herüberweht. Beide Landschaften werden daher wenig von dauernden Niederschlägen befruchtet. Im Sommer kommen zwar in Aragonien häufig Gewitterbildungen vor, aber sie sind nur selten von bedeutenden Regengüssen begleitet [12]). So hat sich denn auch hier eine steppenähnliche Vegetation des Bodens bemächtigt, die der des Hochlandes viel ähnlicher ist, als man bei der Verschiedenheit der Temperaturverhältnisse erwarten sollte. Allein da überall, wo das fliessende Wasser leicht versiegt, sich in der Erdkrume Natriumsalze und Gyps abzulagern pflegen, so sind wenigstens die Bodeneinflüsse übereinstimmend und, wie in allen Steppenländern die Vegetation vielmehr nach der Verschiedenheit ihres Substrats als nach dem Niveau und Klima angeordnet ist, so scheint es auch hier für viele Gewächse bedeutungslos, ob sie den kalten Winter des Tafellandes zu ertragen haben oder eine heisse Fläche bewohnen, wo es auch im Herbst und Winter nur wenig regnet und noch seltener Schnee fällt [13]). Demnach bleiben auf der ganzen Halbinsel nur wenige Küstenlandschaften übrig, deren Klima den Bedingungen der Mediterranflora vollständig entspricht. Aber auch unter diesen prägen sich je nach der Lage der drei Küsten so bedeutende klimatische Eigenthümlichkeiten aus, dass sich daraus ebenso viele besondere Gliederungen der spanischen Flora ergeben. Die ganze Ostseite Spaniens ist bei Weitem trockener als die westliche, weil die Luftströmungen, die vom atlantischen Meere kommen, die feuchtesten sind und den winterlichen Regen bringen, der die Vegetation zur Entwickelung treibt. Da diese aequatorialen Südwestwinde aber, ehe sie Valencia und Catalonien erreichen, über das trockene Hochland wehen müssen, ist die nasse Jahreszeit hier schwächer ausgebildet als in Portugal, dessen Flüsse im Winter von den gewaltigsten Regengüssen schwellen. Das Tiefland von Anda-

lusien sodann, welches gleichfalls nach Westen allmälig feuchter wird, verdankt seine selbständige Stellung der südlichen Breite und der Nähe Afrikas, mit dessen Küste es viele Gewächse ausgetauscht hat. Wie dort umfasst die Dauer der trockenen Jahreszeit vier bis fünf Monate [14]), aber bei der Milde des Winters verlängert sich die Dauer der Vegetationsperiode, und dieser kommt die höhere Wärme des südlicheren Himmels zu Gute. Von Valencia durch Hochland und durch die Küstenterrasse von Murcia völlig abgesondert, scheint die Flora Andalusiens mit der des südlichen Portugal enger verknüpft zu sein. Die Süd- und Westseiten der Halbinsel sind den Luftströmungen gegenüber auf gleiche Weise gestellt, beide empfangen den Nordostwind des Sommers erst, nachdem derselbe durch das hohe Tafelland und die Gebirgsketten des Wasserdampfs beraubt ist, den das mittelländische Meer und die Bai von Biscaya ihnen bei anderen Niveauverhältnissen zuführen könnte. Je heiterer der Himmel ist, desto höher steigt die Wärme des Sommers, die nur an der Küste selbst durch den Seewind gemässigt werden kann. Abgesehen indessen von den Uebergängen auf den Grenzgebieten des Südens bildet Portugal mit einem Theil Galiciens einen letzten selbständigen Abschnitt, dessen Eigenthümlichkeit auf der Feuchtigkeit des atlantischen Klimas beruht, ohne dass der regenlose Sommer minder ausgebildet wäre. Hier ist die Vegetationszeit ebenfalls lang, wie in Andalusien, aber die Wärme gemässigter, und da der grössere Theil des Landes von Gebirgsketten erfüllt ist und die Höhengrenzen auch der immergrünen Region tiefer liegen als in Spanien, beschränkt sich die Mediterranflora häufig auf anmuthige Thaleinschnitte und enger begrenzte Litoralbildungen. Das Klima der Gebirgsregionen selbst ruft in den nördlichen Provinzen Portugals, wie auf den höchsten Erhebungen Spaniens, dieselben nordeuropäischen Pflanzenformen hervor, von deren Lebensbedingungen im Süden bei Italien die Rede sein wird.

Die einzige Landschaft Spaniens, wo die Vegetation wenig Eigenthümliches darbietet, ist Catalonien. Wiewohl die Pyrenäen sie ebenso bestimmt von dem südlichen Frankreich trennen, als dies in Aragonien und Navarra der Fall ist, so hat diese Gebirgskette hier doch auf die Vertheilung der Pflanzen keinen bemerklichen Einfluss. Die catalonische Flora stimmt mit der von Roussillon und Languedoc fast ganz überein [15]). Das ähnliche Klima und der Zusammenhang der Küste liegen dieser Erscheinung zu Grunde. Ebenso steht die

südfranzösische Flora längs des ligurischen Litorals mit der italienischen in Verbindung. Die Grenzen dieser ebenso reichen, als eigenthümlichen Vegetation scheinen in Spanien auch die Küste von Valencia einzuschliessen [16]), in Italien umfassen sie ein schmales Litoral bis zu den Maremmen von Toskana. Aber im Süden von Valencia nimmt die Flora immer mehr eigenthümliche Bestandtheile auf, je wärmer und trockener das Klima wird, während in Toskana die Mannigfaltigkeit der ligurischen Vegetation rasch verschwindet, weil hier im entgegengesetzten Sinne der Sommer feuchter und der Winter kälter ist [17]). Dass nun aber auch im Rhonegebiet die Mediterranflora weiter nach Norden rückt als in Italien, dass gerade hier durch die Alpen und Cevennen eine der schroffsten Vegetationsgrenzen von ganz Europa entsteht, bedarf einer ausführlicheren Erörterung. Nirgends kennen wir einen plötzlicheren Uebergang aus einem Florengebiet in das andere als da, wo zwischen Montélimart und Orange (44° 25′ N. B.) im Rhonethal die Olivenkultur beginnt. Der Eindruck ist um so bedeutender, weil man nicht, wie beim Eintritt in Italien, die Alpen überstiegen hat, sondern die südlichen Pflanzenformen der Mediterranflora in der engen Thalebene von Donzère unmittelbar mit der Vegetation des nördlichen Europas zusammentreffen, und zwar in solcher Fülle, dass man in Frankreich über 600 Gewächse zählt [18]), die auf das Dreieck zwischen Nizza, Orange und Perpignan eingeschränkt sind. Gerade da, wo dieser Berührungspunkt zweier Florengebiete liegt, wird eine plötzliche Abnahme des Sommerregens beobachtet [19]), hier, wo Cevennen und Alpen am nächsten zusammentreten, ist der Ursprung jenes herrschenden Thalwindes, der, als Mistral bekannt, der Provence ihr trockenes Klima verleiht. Wiewohl das südliche Frankreich in einzelnen Wintern von strenger, aber rasch vorübergehender Kälte [20]) betroffen wird, so beträgt doch der Wärmeunterschied der heissesten und kältesten Monate in Nizza durchschnittlich nur etwa drei Grade mehr als in Lissabon [17]). Das Klima der Mittelmeerregion ist hier also vollständig ausgeprägt, die Lage der umschliessenden Gebirgsketten bewirkt, dass in diesem längs der Küste geöffneten Bassin der Passatwind des Sommers weiter nach Norden reicht als zu beiden Seiten, als im Bereich der Cevennen und Alpen. Aber dieser Wind erhält hier zugleich einen eigenthümlichen Charakter, seine Richtung wird durch die Pyrenäen und andere Einflüsse abgelenkt zum Nordwest, oft steigt seine Heftigkeit zu stossweise wirkendem Sturm und

auch in den übrigen Jahrszeiten, auch im Winter wehen ganz ähnliche, trockene Luftströme vom Gebirge zur Küste, der Mistral beherrscht das Klima überall, wo die Seealpen keinen örtlichen Schutz gewähren. Den Brustkranken, die der milde Winter in Hyères und Nizza versammelt, gereicht die trockene Luft dieses Windes zum entschiedensten Nachtheil, nur das völlig geschützte Mentone ist eine Zuflucht, ihm zu entgehen. Im Rhonethal, zwischen Orange und Avignon sieht man alle Cypressen von diesen so häufig wiederkehrenden, stürmischen Winden bogenförmig nach Südost gekrümmt. In Marseille weht der Mistral durchschnittlich 176 Tage im Jahre, im Winter ebenso oft wie im Sommer [21]). Dieser Wind, der freilich den Reiz des Klimas in diesem Lande so sehr beeinträchtigt, ist doch eine Hauptursache von der Milde desselben, von dem Schmuck dieser blüthenreichen Vegetation. Denn wenn er im Winter und Frühling weht, stets von heiterem Himmel oder nur leichtem Gewölk begleitet, wirkt die Sonne auch in diesen Jahrszeiten schon mächtig auf die Temperatur [22]). Dass der Januar in Nizza beträchtlich wärmer ist als in Florenz oder Lucca, dass die Mediterranflora an der Südseite der Seealpen so viel höher emporreicht, ist Italien gegenüber nicht bloss aus der westlicheren Lage, nicht bloss von der schützenden Gebirgskette, sondern auch von den örtlichen Wirkungen des Mistral abzuleiten. Die Ursachen der Erscheinung kann man nur dann richtig würdigen, wenn man sie als eine Folge der plastischen Gestaltung des Landes auffasst. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet hat es nichts Auffallendes, dass die Jahrszeiten, die den allgemeinen Wechsel der Polar- und Aequatorialströmungen in Südeuropa bestimmen, hier von so geringem Einflusse sind. Die südlichen Winde, die den Winterregen bringen, treffen hier ein Litoral oder eine Tiefebene, die wärmer ist als das Meer, und entladen daher ihre Feuchtigkeit erst, wenn sie an den Abhängen der Alpen und Cevennen hinaufwehen. Dann bildet die Küste die wärmste Zone, sie ist es, wo die erwärmte Luft aufsteigt, so dass zu Zeiten in den verdünnten Raum der Mistral von den durch Wolken verhüllten Bergen wie ein Wasserfall herabstürzt. Jeder Wind, dessen Bahn in schräger Richtung nach abwärts geht, wird, weil die Luft sich rasch und unregelmässig verdichtet, bald stossweise beschleunigt, bald durch Pausen unterbrochen auftreten. Zugleich aber erwärmt er sich in seiner Bahn, von der Höhe zur Tiefe hinabwehend, und wird deswegen aus Wolken und Schnee in ein heiteres Küsten-

land übergehen, wo die Sonne ihre Strahlen aussendet. Dieselben Erscheinungen können sich aber auch in anderen Jahrszeiten wiederholen, weil stets der Gegensatz zwischen den kalten Wolkenregionen des Gebirgs und den heissen Küsten fortbesteht. Bei einer ähnlichen Konfiguration der Küste wiederholt sich der Mistral in dem nördlichen Gebiete des adriatischen Meers, wo er unter dem Namen Bora bekannt ist[23].

In Italien besitzt ausserhalb der ligurischen Küste fast nur die südliche, neapolitanische Hälfte der Halbinsel eine entschiedene Mediterranflora. Erst bei Terracina, an der Südgrenze des römischen Gebiets, sieht man die ersten Dattelpalmen und die Orangen im Freien gebaut, Gewächse, die an der ligurischen Küste so gewöhnlich sind, während sie in Florenz und Rom nur in geschützter Lage, in Gärten vereinzelt gezogen werden. In den Floren Toskanas und des Kirchenstaats besteht, wie in der Lombardei, die grösste Zahl der Gewächse aus mitteleuropäischen Formen, denen nur gewisse Bestandtheile der immergrünen Region beigemischt sind, von welchen die meisten auch anderswo die Grenzen des Mittelmeergebiets nordwärts überschreiten. Erst die neapolitanische Küste wiederholt den Reichthum der Riviera und der Provence. Aehnlich sind die Verhältnisse an der Ostküste, am adriatischen Meer. Eine Fülle südlicher Formen bekleidet noch das Vorgebirge Gargano in der Breite von Rom (42° N. B.); die Abruzzen, wie Rom und Toskana, bilden schon ein Uebergangsgebiet zur mitteleuropäischen Vegetation des Apennins, wo in den tieferen Lagen zwar noch immergrüne Laubhölzer und Oliven gedeihen[24], aber nur wenig eigenthümliche Erzeugnisse des Mediterranklimas und noch weniger endemische Arten gefunden werden. Berücksichtigt man ferner, dass die Verzweigungen des Apennins einen grossen Theil von Mittel- und Süditalien erfüllen, und dass in diesem Uebergangsgebiete die immergrüne Region, wo sie an den Küsten auftritt, doch das Niveau von 1200 Fuss nicht zu überschreiten scheint[6], so erkennt man, wie wenig Raum der Entwickelung der Mediterranpflanzen geboten ist. Zwischen Kastanien-, Eichen- und Buchenwäldern (1200—6000 Fuss) wiederholt sich hier die Flora des mittlern Europas. Schon oben wurde bemerkt, dass die Ursache dieser Erscheinung darin liege, dass in Toskana der Sommer feuchter und der Winter kälter sei als an der ligurischen Küste. Jetzt aber müssen wir diesem Verhältniss näher treten, da es nicht so einfach ist, als man bei der Vergleichung des

Klimas von Nizza und Florenz erwarten sollte. Denn in Rom, wo noch keine wesentliche Aenderung des Vegetationscharakters von Toskana eingetreten ist, fällt im Sommer weniger Regen als in Genua, und auch der Winter ist fast so milde wie in Nizza [25]). Bei der Einwirkung der atmosphärischen Niederschläge auf die Vegetation kommt es wenig auf deren Wassermenge an, da die Bedingung des Wachsthums schon durch ein geringfügiges Maass derselben, wenn es nur den Erdboden dauernd durchfeuchtet, erfüllt wird und nur ein kleiner Theil des die Pflanzen benetzenden Wassers wirklich in ihr Gewebe eintritt. Daher haben die ausserordentlich grossen Unterschiede im Regenfall, welche unter der Einwirkung der Gebirge hervortreten, auf die Vertheilung der Pflanzen ebenso wenig Einfluss, als die Ungleichheit verschiedener Jahre auf die Fruchtbarkeit [26]), vorausgesetzt dass nicht gewisse Grenzen der Nässe oder Trockenheit des Erdreichs überschritten werden. Bei rasch entladenen Gewitterbildungen können auch im Verlauf des Sommers starke Regengüsse die immergrüne Vegetation benetzen, und doch ist, physiologisch betrachtet, für sie der Sommer regenfrei, weil der Boden so schnell wieder austrocknet, dass die Saftströmungen nicht Zeit haben in regelmässigen Gang zu kommen. Wenn dagegen in jedem Monat die Niederschläge auch nur nach Bruchtheilen eines Zolls zu messen sind, aber in angemessenen Pausen wiederkehren, so wird die Wassercirculation des Pflanzenlebens überhaupt nicht unterbrochen, die Lebensbedingungen der nordeuropäischen Gewächse sind dann gegeben. Unter den meteorologischen Messungen über die Niederschläge haben daher diejenigen, welche sich auf die Zahl und Vertheilung der Regentage beziehen, eine weit grössere Bedeutung als alle übrigen. Bringen wir nun diese Sätze bei der Vergleichung der ligurischen Küste mit Toskana und Rom in Anwendung, so erklärt sich der abweichende Vegetationscharakter daraus, dass während des Sommers in Florenz 17, in Rom 15 Regentage vorkommen, in Nizza dagegen nur 6, und auch diese sind mit jenen nicht völlig vergleichbar, sofern es darauf ankäme, Gewitterschauer und Landregen zu unterscheiden. Auch die Temperatur des kältesten Monats kann, obgleich die Messungen nur geringe Unterschiede ergeben, doch bedeutend ins Gewicht fallen, da es sich um Grenzwerthe handelt, wobei eine kleine Grösse doch von grossen Wirkungen auf die Vegetation begleitet sein würde. Frägt man nun aber, welche Ursache wohl den Verschiedenheiten des Klimas von Ligurien

und Mittelitalien zu Grunde liege, da doch beide Küsten der den Sommerpassat aspirirenden Sahara frei gegenüber liegen, so ist auch hier auf den Mistral, dessen Wirkungen noch in Genua fühlbar sind, wohl ein Hauptgewicht zu legen. In Mittelitalien fehlen die Gegensätze hoher Steilküsten gegen ein erhitztes Litoral, diese Landschaften sind reich an Mittelgebirgen, deren Höhen und Thäler auch den Sommerpassat nicht so regelmässig sich entwickeln lassen. Dies aber führt nun zu dem allgemeinen klimatischen Verhältniss, welches im Süden oberhalb der immergrünen Region eine mitteleuropäische Waldregion ins Dasein ruft. Ueberall, wo die Luftströmungen, und wären sie auch Passatwinde, nicht in horizontaler Richtung sich bewegen, sondern an Berglehnen im Sommer hinaufwehen, empfängt auch diese Jahrszeit ihre Niederschläge, sie erzeugt nun nicht bloss Gewitter, sondern es kommen wirkliche Regentage vor, hinreichend, um die klimatischen Bedingungen einer nördlicheren Flora zu erneuern. Bei der dieser Forderung entsprechenden plastischen Bildung der Oberfläche, wie sie in dem grössten Theil Italiens und noch allgemeiner auf der griechischen Halbinsel gegeben ist, entfalten sich daher an den Nordgrenzen des Passats grosse Uebergangsgebiete zur mitteleuropäischen Flora, die sich südwärts, wo diese Luftströmungen wärmer werden, allmälig zu bestimmten Gebirgsregionen einschränken. In Italien finden wir daher neben Ligurien die Mediterranflora erst in Neapel wieder, wo sie sich gegen Sicilien hin allmälig immer mehr ausbreitet und doch auch hier durch die Waldregionen des kalabrischen Apennins unterbrochen wird. Ebenso scheiden sich durch den toskanischen Apennin zwei Uebergangsgebiete, von denen das nördliche nun noch von klimatischer Seite zu erläutern ist. Das Tiefland des Po und der venetianischen Küstenflüsse enthält nur Spuren einer Mediterranflora an den lombardischen Seen und auf den euganeischen Hügeln bei Padua. Man könnte zwar meinen, dass durch die alte Kultur dieser Ebene, die noch immer als die ergiebigste Quelle natürlichen Reichthums in ganz Europa ohne ihres Gleichen dasteht, die ursprüngliche Vegetation verdrängt und nur wie ein Ueberrest der Vorzeit an jenen vereinzelten Oertlichkeiten erhalten sei. Allein vergleicht man die Ergebnisse der klimatischen Untersuchungen und bedenkt man den plötzlichen Wechsel der Vegetation, der zwischen Venedig und Triest an der illyrischen Küste bemerkt wird, wo die immergrüne Region viel reicher ausgestattet ist als am Garda-See, so erkennt man in der Po-

Ebene eine eigenthümliche, geographische Bildung, deren Flora dem mittleren Europa näher steht als dem Süden. Der Sommer ist hier ebenso wenig regenfrei wie in Toskana: die Zahl der Regentage in dieser Jahrszeit beträgt in Mailand 18, in Venedig 19[27]), und die Menge der Niederschläge ist selbst in einiger Entfernung von den Alpen kaum geringer, an deren Fusse bedeutender als am Genfer See. Wenn wir aber zugleich sehen, dass dieselben sich hier fast gleichmässig über das Jahr vertheilen, dass das Ueberwiegen von Winter- und Frühlingsregen hier nicht bemerkt wird und auch der Herbst nicht viel feuchter ist als der Sommer, so scheint es klar zu sein, dass der Sommerpassat, der diese Scheidung der Jahrszeiten veranlasst, in Italien nur bis an den nördlichen Apennin reicht, der ja auch als eine Fortsetzung der Seealpen betrachtet werden kann. Die immergrüne Region an den lombardischen Seen ist daher nicht als ein normaler Ausdruck des Klimas, sondern als eine örtliche Ausnahme von dem Vegetationscharakter der Po-Niederung zu betrachten, die in der durch den Schutz der Alpen gegen nördliche Winde gesteigerten Wärme ihre Erklärung findet. Auch ist es eine ganz offene und fast nur willkührlich zu entscheidende Frage, ob man die norditalienische Ebene noch zu der mitteleuropäischen Flora rechnen oder, wie es hier geschehen, nach Maassgabe so mancher südlicher Pflanzenformen als ein Uebergangsgebiet zu den südlicheren Gegenden der Halbinsel auffassen will. Von den Landschaften, die jenseits des nördlichen Apennins liegen, unterscheidet sich dasselbe durch einen strengeren Winter[28]), und hierin scheint die Ursache zu liegen, dass der Oelbaum schon von Bologna aus nicht mehr gedeiht. Die Unterschiede der Temperatur des wärmsten und kältesten Monats betragen im Pogebiet mehr als 18°; sie überschreiten den Grenzwerth der immergrünen Region, wie aus der Vergleichung mit dem Klima der illyrischen Küste und Griechenlands hervorgeht. Die Alpen wirken also auf den benachbarten Theil Italiens in der Weise, dass sie an ihrem Fusse zwar den Nordwind und die Winterkälte abhalten, dass aber schon in geringer Entfernung die nördlichen Luftströmungen, durch ihre Schneeregionen erkältet, die Ebene erreichen und bereits in Mailand sich so sehr fühlbar machen, dass hier die Januarwärme nur noch einen halben Grad über dem Gefrierpunkte liegt.

An der Küste Illyriens reicht die Mediterranflora mehr als anderthalb Breitengrade (bis 46° N. B.) weiter nach Norden als im

Rhonethal, bis in die Gegend von Görz, so dass vielleicht nirgends in den Alpen die Physiognomie des Südens malerischer und bedeutender entgegentritt als bei dem Uebergange von den waldigen Gehängen des wasserreichen Isonzo zum Litoral des adriatischen Meers. Hier, am Fusse der karnischen Alpen, liegt überhaupt der nördlichste Punkt, den die Mediterranflora irgendwo erreicht. Diese Erscheinung wird noch auffallender dadurch, dass die beiden Küsten des adriatischen Meers sich entgegengesetzt verhalten. Das italienische Gestade ist, wie wir sahen, noch über drei Breitengrade weit von den meisten Pflanzenformen des Südens entblösst, während eine immergrüne Region die Ostküste vom Golf von Triest bis Dalmatien hin und weiter fast ununterbrochen bekleidet. Es ist nicht bloss der Schutz der die illyrische Küste bis Albanien stetig umsäumenden Alpenketten, wodurch die Temperatur des Winters freilich auch hier, wie an den lombardischen Seen, erhöht wird, sondern abweichende Regenverhältnisse lassen sich ebenfalls, wie anderswo, nachweisen. Wenn man freilich den Sommer von Triest und Venedig vergleicht, scheint sich diese Ansicht durch die Messungen des Niederschlags nicht zu bestätigen, wiewohl in den Umgebungen dieser beiden so nahe gerückten Küstenstädte jener Unterschied des Vegetationscharakters bereits vollständig ausgeprägt ist. Nicht bloss ist in Triest die Grösse des Niederschlags wegen der Nähe des Gebirgs überhaupt bedeutender als in Venedig, sondern auch im Sommer beträgt sie etwas mehr [dort 9″,4, hier 8″,6] [29]. Aber die Zahl der Sommerregentage ist in Venedig ebenso gross als in Mailand, und dass in Triest, wo über diesen Werth die Nachweisungen fehlen, dies nicht der Fall sei, kann man daraus schliessen, dass zu Ende der warmen Jahrszeit die Vegetation daselbst ebenso verdorrt ist wie in Dalmatien. So sehr täuschen die blossen Vergleichungen der Menge des Niederschlags, die ohne Zweifel in Triest nur deshalb auch während des Sommers so bedeutend ist, weil einzelne Gewittergüsse eine grössere Menge Wasser liefern können. Ueber dem adriatischen Meere entwickelt sich, wenn auch durch die Lage der Küsten abgelenkt, der Sommerpassat bis zur äussersten Spitze des Golfs, während dieser Wind der norditalienischen Ebene durch den Apennin entzogen war. Verstärken sich die nördlichen Luftströmungen zur Bora, so sind die Wirkungen auf die illyrisch-dalmatische Küste ähnlich wie die des Mistral in der Provence, und da der Ursprung der Bora in den karnischen und kroatischen Gebirgen liegt,

die ebenso schroff wie die Seealpen von dem schmalen Vorlande ansteigen, so ist auch hier der Gegensatz der immergrünen Region zu der Vegetation des inneren Landes im höchsten Maasse ausgeprägt. Nur innerhalb des Meerbusens von Fiume, wo die Myrte, noch auf Lussin einheimisch, vom nördlichen Theil der Insel Cherso ausgeschlossen ist[31]), erleidet dieser Saum der Mediterranflora eine Unterbrechung. Uebrigens herrschen die gleichen klimatischen Bedingungen von der Mündung des Isonzo in Illyrien bis zum See von Scutari in Albanien. Da nun aber auch von hier aus jener Gürtel südlicher Vegetation um die ganze griechische Halbinsel und über Thracien bis zu den Balkanausläufern am schwarzen Meere (43° N. B.) sich fortsetzt[31]), so ist die illyrisch-dalmatische Flora viel enger mit der griechischen als mit der italienischen verbunden. Denn hier wiederholen sich die grossen klimatischen Verschiedenheiten nicht, durch welche die spanischen Küsten und in anderer Weise auch die italienischen sich von einander absondern. Das Gemeinsame beruht auf der strengeren Winterkälte, aber diese ist vom adriatischen Meere bis zum Bosporus so wenig abgestuft, dass die Untersuchungen über den Wärmeunterschied des Januar und August in Janina, Athen und Konstantinopel[32]), den einzigen, aber für diese Frage so günstig gelegenen Orten, von denen bis jetzt solche Messungen bekannt geworden sind, Werthe ergeben, die nur etwa um 2° in östlicher Richtung zunehmen (15°,4—17°,7 R.). Die immergrüne Vegetation wird auf der griechischen Halbinsel nicht bloss durch die Dürre des Sommers, sondern auch, wenngleich nur vorübergehend, durch die kühlen Wintermonate in ihrer Entwickelung gehemmt, sie erleidet zwei Unterbrechungen, von denen die eine in Andalusien und bei Nizza kaum zu bemerken ist. Die Vegetationszeit ist daher unter gleicher Isotherme doch weit kürzer als an den westlicher gelegenen Küsten. Dennoch ist auch hier die Flora zu drei Regionen gegliedert, nicht so sehr nach der geographischen Lage, wie nach dem Niveau, welches auf der griechischen noch weit mehr als auf den übrigen Halbinseln abgeschlossene, selbständige Räumlichkeiten von einander absondert. Die mitteleuropäische Flora greift von Norden her ununterbrochen tief in das Innere ein und beherrscht den grössten Theil des Landes, aber auch die alpine Vegetation zeigt auf den kälteren Höhen, die wie Inseln so unregelmässig aus den vielfach verschlungenen Gebirgsketten hervortauchen, eine Mannigfaltigkeit, wie sie in Spanien oder auf dem Apennin nur an wenigen Punkten

erreicht wird. Die eigenthümliche Bildung von ringförmig in sich selbst zurücklaufenden Bergketten, die in den unterirdischen Wasserabflüssen des illyrischen Karstes zuerst hervortritt, wiederholt sich vielfach von Kroatien bis Macedonien und Griechenland, sie erzeugt abgeschlossene Thalflächen, oft von bedeutendem Umfang und durch fruchtbaren Alluvialboden eine dichte Bevölkerung zusammenführend, Ebenen, die doch nirgends so hoch liegen, dass ein Plateauklima sich ausbilden könnte, aber sie trägt bei, die einzelnen Abschnitte der Flora selbständiger zu gestalten, indem nach dem verschiedenen Niveau das Klima sich abstuft und zugleich das fliessende Wasser, durch enge Thalschluchten und Katavothren sich ergiessend, die Pflanzen weniger leicht verbreiten und mischen kann. Von Albanien aus dringt nun die immergrüne Region mehr oder weniger tief von den Küsten aus in das Innere ein und erreicht bei Janina die centrale Kette des Pindus (40° N. B.). Da dies an der Ostseite desselben, in Thessalien nicht der Fall ist, sondern hier erst im Ausgangspunkte der gebirgsumschlossenen Ebene, im Thal Tempe, eine solche Vegetation, dann aber auch in grösster Ueppigkeit, sich entwickelt, so reicht die mitteleuropäische Flora daselbst auch ausserhalb des Gebirgs ununterbrochen bis zur Breite des südlichen Kalabrien (39°). Und selbst jenseits des Isthmus ist das Bergland von Arkadien auf seinen Hochebenen noch mit Wiesen [33], wie der Norden, ausgestattet, die der dortigen Viehzucht förderlich sind. In Südalbanien dagegen, sowie in den livadischen Provinzen Griechenlands und in einem grossen Theile von Morea ist die südliche Vegetation weitläuftiger über das Land verbreitet [34], aus dem immergrünen Meere der Sträucher erheben sich die Berge kahl oder mit Wäldern gekrönt in schmaleren Ketten oder massigen Gipfeln. Von diesen Landschaften ist vielfach behauptet worden, dass das Klima und damit auch die Vegetation seit dem Alterthum sich wesentlich geändert habe und durch die Zerstörung der Wälder der Kreislauf des Wassers so gemindert sei, dass hieraus sich die Abnahme der natürlichen Hülfsquellen des Bodens und das Sinken der einstigen Kulturblüthe zum grossen Theil erkläre. Diese Meinung muss, wie Unger aus Dokumenten des Alterthums nachgewiesen [35], für sehr übertrieben gehalten werden. Es ist natürlich nicht in Abrede zu stellen, dass der Mensch überall, wo er seine Herrschaft über ursprüngliche Naturzustände ausbreitet, die Wälder lichten muss, um der Erde einen höheren Zoll abzufordern, dass er dadurch entschieden in die Ordnung

der physischen Welt eingreift, dass unter seiner Pflugschaar das Klima nicht bloss trockener, sondern auch kontinentaler wird und die stille Thätigkeit des Baumlebens, aus grösseren Tiefen die Nahrungsstoffe des Pflanzenreichs an die Oberfläche zu fördern, keinen Ersatz findet. Auch sind ohne Zweifel im ganzen Gebiete des Mittelmeers durch die lange Dauer der Kulturblüthe ihrer Bewohner und durch den Verfall ihrer Epigonen diese Einflüsse gesteigert worden. Aber mit Recht ward gesagt, dass »die Kultur sich keineswegs ihr eigenes Grab grabe«. Denn viel mächtiger und allgemeiner wirken die Kräfte der Natur als der Kampf des Menschen gegen sie. Wenn Attika in der That bedeutend verloren hat, wenn hier der Regenfall nur noch 9 Zoll im Jahre beträgt, wie es gewiss nicht der Fall gewesen, als die Höhen noch waldreich waren, so haben sich dagegen in Nordalbanien die ausgedehnten Eichenwälder erhalten, die von hier aus über Serbien zur Donau reichen und auf das Klima der ganzen Halbinsel ohne Zweifel von weit bedeutenderem Einflusse sind als die kahlen Küsten Griechenlands. In der That ergeben die Messungen des Regenfalls schon in Janina den hohen Werth von 48 Zoll, ebenso viel etwa wie in einem feuchten Alpenthal, freilich in einer für die Vegetation sehr ungünstigen Vertheilung[36]). Der Zusammenhang der mitteleuropäischen Vegetation von Nordalbanien und Macedonien mit Serbien und Ungarn ist in jenen Wäldern am deutlichsten ausgesprochen und wird dadurch befördert, dass in der Gegend des Amselfeldes (42° N. B.) die Verbindungen der bosnischen Alpen mit den östlichen Ketten des Balkan und der Rhodope mehrfach durch Lücken unterbrochen sind. Hier liegen am Fusse des nördlichen Scardus die weiten Thalbecken am weissen Drin und im Quellgebiete des Vardar in einem weit tieferen Niveau [700—850 Fuss][37]), als an den Küsten die immergrüne Region ansteigt. Dass aber demohngeachtet im Innern des Landes die Vegetation rein mitteleuropäisch ist und mitten im Sommer kein Anzeichen der Dürre erkennen lässt, beweist, dass der Sommerpassat diese Gegenden nicht erreicht. Ebenso wie in Italien der Apennin es ist, der den Sommer der Lombardei dadurch fruchtbarer macht, dass er die trockenen Winde abhält, wirken hier die albanisch-griechischen Gebirgsketten. Eine Linie, die, von den dinarischen Alpen ausgehend, über die Stromengen des Drin bei Skutari bis zum hohen Tomoros bei Berat von der Küste allmälig sich entfernt, dann in südöstlicher Richtung den Pindus erreicht (40° N. B.) und zuletzt

in der Othrys-Kette (39°) endet, bildet die Grenze der Landschaften mit regenfreiem Sommer gegen das innere, mitteleuropäische Vegetationsgebiet. Man kann daher hier mit noch grösserem Rechte als in Italien diesen weiten Raum der nördlichen Flora zutheilen, weil kein zusammenhängender Gebirgskamm denselben von den Donauländern scheidet. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich in der östlichen, macedonisch-thracischen Hälfte der Halbinsel. Hier scheint die Rhodope einen ähnlichen Einfluss auf die Entwickelung des Sommerpassats zu äussern, wie dort der Pindus. Auf das Reichste ist die Mediterranflora von der thessalischen Küste aus über die Vorgebirge von Chalcidice ausgebreitet, aber in Thracien nimmt sie allmälig Bestandtheile der Steppenvegetation auf: hier sind weitere Forschungen im Maritzathal und Bulgarien erforderlich, um die Grenzen des Steppenklimas im Donaudelta mit der mitteleuropäischen und immergrünen Vegetation genauer festzustellen.

Die vierte, die anatolische Halbinsel, ist Spanien sowohl an Gestalt und Grösse, als in der Bildung der Oberfläche ähnlich, unterscheidet sich aber dadurch, dass die Hochebene, welche durch das Innere sich erstreckt, und die von der Küste oft nur durch Randgebirge und schmales Vorland getrennt ist, in einem höheren Niveau liegt und durchschnittlich auf 3000 Fuss geschätzt werden kann. Durch das Relief entsteht hier ein wirkliches Steppenklima, die Vegetationszeit ist auf eine kurze Frühlingsblüthe eingeschränkt. Da ferner Kleinasien mit dem noch höher gelegenen armenisch-persischen Hochlande in ununterbrochener Verbindung steht, kann man nur die Küstenlandschaften mit dem Mittelmeergebiet naturgemäss zusammenstellen. Durch diese Verknüpfung der Steppen aber mit der immergrünen Region, sowie durch die über das ganze Hochland unregelmässig vertheilten alpinen Gebirge, auf denen sowohl nordeuropäische Gewächse wiederkehren, als auch reiche, selbständige Vegetationscentren in ursprünglicher Absonderung verharren, ist die Flora Anatoliens noch weit mannigfaltiger als die spanische. Aber auch die Küstenlandschaften, welche für die hier zu besprechenden Fragen allein in Betracht kommen, zeigen ganz ähnliche klimatische Gegensätze wie in Spanien, und diese sind ebenso, wie dort, der Ausdruck ihrer verschiedenen, maritimen Lage. Während das Klima der Westküste Ioniens, den normalen Verhältnissen der geographischen Breite und kontinentalen Stellung Anatoliens entsprechend, sich unmittelbar an das der griechischen Küsten anschliesst und

daher einen umfassenden Austausch der Pflanzen über das ägäische Meer gestattet hat, erinnert das Vorland von Cilicien an das heisse Andalusien, das Litoral des Pontus in seiner östlichen Hälfte an die Feuchtigkeit Asturiens. Wie ferner der spanische Süden mit dem gegenüberliegenden Theile Afrikas und die kantabrische Küste mit dem westlichen Frankreich durch Klima und Vegetation verbunden sind, so geht auch die cilicische Flora in die syrische, die pontische in die Mingreliens über, ohne dass die Aenderung der Küstenlinie hier irgend einen bemerklichen Einfluss auf diese Verhältnisse ausübt. Die ionische Westküste zeigt uns im Klima von Smyrna [38]) fast denselben Unterschied des wärmsten und kältesten Monats, wie Athen (18° R.); von der benachbarten Insel Chios kennt man dieselbe Regenarmuth (62 Regentage im Jahr). Die Dürre des Sommers muss hier auch deshalb besonders gross sein, weil der Passat von dem Tafellande herabkommt. Dasselbe gilt auch von dem südlichen Litoral, wo in der That nach den Beobachtungen in Tarsus an der cilicischen Küste die Zahl der Regentage noch geringer ist (nur 46 im Jahr). Aber hier steigert sich die Temperatur bedeutend, nicht bloss wegen des doch nur geringen Unterschiedes der Breite, sondern aus denselben Ursachen, wie in Nizza, weil die hohen, westöstlichen Taurusketten steil über das Vorland sich erheben und die nördlichen Winde abhalten. Hier ist daher der kontinentale Charakter des Klimas aufgehoben, der Winter, wiewohl doch zuweilen Schnee fällt, ungemein milde, und der Unterschied des wärmsten und kältesten Monats beträgt nur 14° R. Der Südküste Anatoliens entspricht die Grenze der Dattelpalme, die von Syrien aus bis Lycien hier und da vorkommen soll, aber der westlichen Abdachung der Halbinsel fehlt. Verwickelter sind die klimatischen Erscheinungen an der Nordküste, am schwarzen Meere. Die Olivenkultur, die dem Süd- und Westrande Anatoliens gemeinsam ist und noch bei Brussa am Fusse des bithynischen Olymps in voller Blüthe steht, hört am Bosporus auf und fehlt in dem westlichen Abschnitte der pontischen Küste, um jenseits des Vorgebirgs von Sinope im Osten noch einmal wiederzukehren [39]). Wenn die Ursache dieser Erscheinung auf dem strengeren Winter von Konstantinopel beruht, so handelt es sich dabei doch nur um Grenzwerthe, die hier überschritten und in Trapezunt nicht erreicht werden. Aber die Unterschiede in dem Vegetationscharakter des westlichen und östlichen Theils der Nordküste von Anatolien sind viel bedeutender als dass sie hiedurch zu erklären wären, sie be-

gründen eine abgesonderte pontische Flora, während westlich von Sinope die Vegetation der der thracischen Küsten am Bosporus entspricht. Die Flora des Pontus hingegen, wie sie aus den Sammlungen von Trapezunt und Lasistan bekannt geworden ist, stimmt mit der der Ostküste von Mingrelien bis zum Fusse des Kaukasus überein. Sie besitzt zwar auch eine immergrüne Region, wie das übrige Litoral Anatoliens, aber die geselligen Sträucher, die sie bilden [40], sind theils eigenthümliche Arten, theils nehmen sie mitteleuropäische Holzgewächse unter sich auf und gedeihen in ungewohnter Ueppigkeit dicht verschlungenen Wachsthums. So entsteht hier ein selbständiges Uebergangsgebiet zur nordeuropäischen Flora, zu den Wäldern des Kaukasus und den höheren Regionen der pontischen Gebirgskette. Die klimatische Ursache liegt in den Feuchtigkeitsverhältnissen, die an dieser Küste durchaus von den Bedingungen der Mediterranflora abweichen. Denn der Sommer, der in Konstantinopel nur 6 Regentage zählt, hat in Trapezunt 28, ja der Juni ist daselbst der feuchteste Monat des ganzen Jahrs. Die pontisch-mingrelische Küste gehört zu den Landschaften, wo die Niederschläge über das ganze Jahr sich so regelmässig vertheilen, dass die Vegetation durch Dürre niemals unterbrochen wird. Da nun aber die nördlichen Passatwinde im Sommer ebenso wohl in Trapezunt, wie in Konstantinopel herrschen, so werden wir auf den Reliefunterschied beider Küstenabschnitte hingewiesen, um diese Erscheinungen aufzuklären. Abich [41] hatte das feuchte Seeklima Mingreliens von dem Einflusse des Kaukasus abgeleitet, an welchem die vom schwarzen Meere kommenden Luftströmungen ihre Feuchtigkeit niederschlagen, während dieses Gebirge gegen die kalten Steppenwinde einen Schutz gewährt. Diese Bemerkung möchte Tchihatcheff, dem wir so viele treffliche Aufschlüsse über das Klima Anatoliens verdanken, auch auf die pontische Küste übertragen, die vom Kaukasus gleichfalls gegen die Kälte geschützt werde. In der That ist es bemerkenswerth, dass die pontische Flora gerade so weit reicht, als die Hauptkette des Kaukasus der anatolischen Küste nordöstlich gegenüberliegt. Hiedurch wird diese Küste gegen die erkältenden Einflüsse des russischen Steppenwinters, die an der unteren Donau fühlbar sind, allerdings ebenso geschützt, wie Thracien durch den Balkan. Aber nicht bloss die Wärme des pontischen Klimas ist zu erklären, die in Konstantinopel sich nicht erheblich geändert zeigt, sondern auch die Feuchtigkeit des Sommers, wodurch die Entwickelungszeit

der Pflanzen sich verschiebt. Wie könnte der Kaukasus in so weiten Entfernungen auf den Dampfgehalt der Atmosphäre wirken, noch dazu wo ein weites Meer dazwischen liegt? Die Ursache der Feuchtigkeit der Pontusküste wird daher auf den pontischen Gebirgen selbst zu suchen sein, die sich steil aus dem Litoral zu alpiner Höhe an den nahen Grenzen Armeniens erheben und im Sommer um so reichlichere Niederschläge entladen müssen, als ihre Axe dem zu dieser Zeit herrschenden Seewinde, eben dem Sommerpassat senkrecht gegenüber liegt. Zwar folgen auch noch westlich von Sinope einige hohe Bergzüge, aber von dem nördlichen Vorgebirge Anatoliens aus biegt sich die Küste nach Südwesten, der Gebirgskamm noch entschiedener als das Litoral, so dass nun der Sommerpassat ihnen entlang weht oder sie unter kleinem Winkel schneidet und also, in seiner horizontalen Richtung verharrend, den Wasserdampf bewahrt, von dessen Verdichtung die Feuchtigkeit des Pontus, von dessen Lösung die Dürre der warmen Jahrszeit am Bosporus abhängt. In dem feuchteren Klima hat sich dort eine dichtere Vegetation von Holzgewächsen an den Abhängen des Gebirgs gebildet, die nun auch dazu beiträgt, diese Gegensätze zu erhalten und zu steigern.

Die äussersten Ostgrenzen des Mittelmeergebiets liegen auf dem Kamm der mesgischen Gebirgskette, die den Kaukasus mit dem Hochlande von Armenien verbindet und das feuchte Gebiet des pontischen Rion von den trockeneren Landschaften am kaspischen Kur trennt, in denen sich das Steppenklima ausbildet. Auch der westliche Kaukasus selbst und das Gebirge an der Südküste der Krim scheiden die russische Steppe von der immergrünen Vegetation, aber in der Weise, dass auf dem Litoral der taurischen Halbinsel noch einmal wieder die reine Mediterranflora sich wiederholt, wie in Nizza und Illyrien gegen Kälte geschützt durch die steile Böschung der Gebirgskette. So sind es überall die Höhenzüge je nach ihrer Anordnung, Richtung und Höhe, die an den Küsten des schwarzen Meers drei verschiedenartige Floren in schroffen Uebergängen von einander absondern, die Mediterranflora im Südwesten und auf dem gegenüberliegenden Litoral der Krim, die pontische in der östlichen Hälfte von Sinope bis zum Kaukasus, und eine Steppenvegetation im Nordwesten, wo der Boden flach ist und der Einfluss der Gebirge aufhört.

Wie nun im Osten die Flora des Mittelmeergebiets sich vielfach mit den Steppen berührt, so grenzt sie im Süden an die Wüste, an

die regenlose Zone Afrikas und Arabiens. Die klimatischen Verhältnisse sind hier viel übereinstimmender als auf den Halbinseln. Syrien auf der einen, Algerien und Marokko auf der anderen Seite, wiewohl getrennt durch den breiten Abschnitt der tripolitanisch-ägyptischen Küste, wo die Sahara fast überall bis an das Meer reicht, zeigen ziemlich dieselben Vegetationsbedingungen. Der Unterschied des kontinentalen Klimas ist hier im Osten fast aufgehoben: das Gemeinsame, was diese Länder unter sich und zugleich mit Andalusien und Sicilien verbindet, ist die verlängerte Dauer der trockenen Jahrszeit und die höhere Temperatur des Winters[42]). Aber wiewohl diese Verhältnisse auf die Nähe der regenlosen Zone hindeuten, so ist doch der Uebergang zur Sahara fast überall ein plötzlicher. Noch in Jerusalem wurden 69 Regentage gezählt, und wenige Meilen südwärts betritt man die regenlose Wüste Arabiens. Und dabei bleibt doch die plastische Bildung des Landes die nämliche, wogegen in Afrika der Atlas als eine natürliche Wetterscheide zwischen der Sahara und der Mediterranflora der Küstenlandschaften gelten kann. Alles hängt nur davon ab, ob die Regen bringenden Aequatorialströmungen des Winters bis zu dem Erdboden niedersteigen oder nicht: hiedurch wird eine scharfe Grenzlinie auch in der Ebene gebildet. Uebergangslandschaften zwischen der Mediterran- und Wüstenflora sind daher nur an wenigen Orten bekannt, die in dem Abschnitt über die Sahara erwähnt werden sollen. In dem Litoral von Cyrene, wo die Wüste durch einen Höhenzug vom Meere abgesondert ist, scheint die Vegetation sich ähnlich wie in Algerien zu verhalten. Die Mediterranflora Syriens hat dagegen mit der Nordafrikas nur wenig Verwandtschaft, nicht mehr als irgend welche andere Küstenlandschaften Südeuropas, wovon die Ursache zunächst wohl nur in dem weiten Abstande ihrer Vegetationscentren, in der maritimen Sahara liegt, die sie trennt. Aber feinere, klimatische Momente möchten doch auch wohl zu beachten sein. Die Winterregenzeit von Algier, die hier von Nordwestwinden begleitet wird[43]) und also auf der Feuchtigkeit des atlantischen Meers beruht, ist regelmässig ausgebildet und herrscht vom November bis Februar, vier Monate lang, mit grosser Beständigkeit. In Syrien ist der Eintritt der Regenzeit unbestimmter und die Niederschläge erfolgen fast nur in vorübergehenden, aber sehr ergiebigen Gewittergüssen[44]), wodurch sie sich den auch in der Sahara zuweilen vorkommenden Erscheinungen näher anschliessen. Die Befeuchtung der Vegetation

ist also in beiden Ländern verschieden geordnet, und der Unregelmässigkeit des Wasserzuflusses hat nur die Organisation der syrischen Pflanzen Widerstand zu leisten. Algerien auf der anderen Seite ist auch dadurch näher mit der andalusischen Flora verbunden, dass der Atlas ähnliche Regionen absondert wie die gegenüberliegenden Gebirge des südlichen Spaniens. Noch an der südlichen Abdachung des Atlas ist zwischen dem Hochgebirge und der Sahara eine Vegetation eingeschaltet, die mit den Steppen des andalusischen Tafellandes zu vergleichen ist.

Endlich wird das Gebiet der eigentlichen Mediterranflora noch durch die Inseln und Archipele beträchtlich erweitert, die überall diese Vegetation in reinster Gestaltung entfalten und ihre Mannigfaltigkeit häufig durch ihre eigenthümlichen Vegetationscentren erhöhen. Von Korsika und den Balearen bis Thasos und Cypern schliessen sie sich in ihrem Klima und ihrer Vegetation stets genau an die kontinentalen Landschaften an, denen sie geographisch zunächst gelegen sind.

Nach dieser Uebersicht der klimatischen Verschiedenheiten, durch welche das Mittelmeergebiet in natürliche Abschnitte getheilt wird, sind nun die Einflüsse näher zu betrachten, denen die Vegetationszeit durch die Vertheilung des Regens und die Temperaturkurve des Jahrs unterliegt. Da aber diese Verhältnisse in den Gebirgsregionen und Uebergangslandschaften denen des mittleren und nördlichen Europas entsprechen, so können wir uns auf den Entwickelungsgang der Mediterranflora beschränken, haben aber, um diesen richtig aufzufassen, zuvor die Erfahrungen der Landwirthschaft über die Kulturgewächse Südeuropas zu beachten.

Geht man von der höheren Wärme des Südens aus, so zeigt sich, dass diese die Entwickelung der Cerealien auf andere Perioden überträgt, und dass, je weiter man sich von den Alpen aus Afrika nähert, die Zeit ihrer Ernte früher eintritt. In demselben Jahre, in welchem der Winterweizen in Rom zu Anfang Juli reif ward, erntete man ihn in Neapel einen Monat früher, in Palermo in der zweiten Hälfte des Mai und in Malta schon in der Mitte dieses Monats, und da auch die Saat in den nördlicheren Gegenden früher als in den südlichen bestellt wird, so verhielt sich die von der Keimung bis zur Ernte verflossene Zeit in noch höherem Grade ungleich, sie betrug an jenen Orten der Reihenfolge nach 242, 195, 171 und 164 Tage, in Malta war sie gegen Berlin (299 Tage) fast um die Hälfte ver-

kürzt [45]). Diese Beschleunigung ist indessen nicht eine Folge schnelleren Wachsthums, sondern davon, dass die in den Wintermonaten stattfindende Unterbrechung desselben nach Süden allmälig aufhört. Der Winterweizen tritt, nachdem die Saat gekeimt ist, in den Stillstand der Entwickelung ein, wenn die Temperatur unter 6° R. zu sinken anfängt. In Berlin haben die 5 Monate November bis März einen tieferen mittleren Thermometerstand, es bleiben daher 6 Monate, der Oktober und die Zeit von April bis August für die Entwickelungsperiode des Weizen übrig. In Palermo, wo die Mittelwärme des kältesten Monats über 8° beträgt, fällt dieser winterliche Stillstand weg und die Zeit von der Saat bis zur Ernte beträgt ebenfalls beinahe 6 Monate. Doch lassen sich, wie wir später sehen werden, aus diesem Verhältniss nicht alle Unterschiede der Periode erklären.

Allgemein aber entspringt für Südeuropa schon daraus ein grosser Vorzug vor dem Norden, dass derselbe Acker dort in demselben Jahre mehrere Früchte nach einander erzeugen kann. Schon in den südlichen Alpenthälern, in Kärnthen, erzielt man nach der Kornernte einen herbstlichen Ertrag von Buchweizen. In der Lombardei sodann beruht der hohe Ertrag des Bodens nicht bloss darauf, dass zwischen den Pflanzungen der Maulbeerbäume und den sie verknüpfenden Weinreben auch Cerealien und andere Kulturgewächse von noch weit längerer Entwickelungsperiode gebaut werden, sondern erhöht sich auch dadurch, dass man mehrere Ernten demselben Acker in einem Jahre abgewinnt. Weiterhin im Süden aber, wo die Sommerregen der Lombardei aufhören, treten allmälig wiederum entgegengesetzte Bedingungen des Ackerbaus hervor, indem ihn die trockene Jahrszeit auf ein kürzeres Zeitmaass einschränkt. Denn nur wenige Gewächse, wie der Weinstock, können die Dürre des Sommers ertragen. In der Gegend von Montpellier sieht man im August kaum irgend ein anderes grünes Blatt als das Laub der Weinrebe, die vermöge ihrer tief in den Boden dringenden Wurzeln die allmälig immer weiter hinabsinkende Feuchtigkeit des Grundwassers aufzusaugen und dadurch den Kreislauf ihres Saftes zu erhalten vermag.

Der Ackerbau der südlichen Gegenden und in noch höherem Grade der des Orients ist daher, wenn er nur auf den natürlichen Hülfsquellen der Atmosphäre beruht, auf immer kürzer werdende Perioden des Jahrs eingeschränkt. Die Zeit der Dürre verlängert sich, und wenn auch in Andalusien wegen der Milde des Winters

doch noch eine längere Reihe von Monaten übrig bleibt, in welcher die Entwickelung der Pflanzen nicht ganz unterbrochen ist, so wird sie im Orient und auf dem Tafellande Spaniens nicht bloss durch die trockene, sondern auch durch die kalte Jahrszeit in engere Grenzen eingeschlossen. Beschleunigung der Bildungsprocesse ist im organischen Leben nicht eine nothwendige Folge gesteigerter Wärme; soweit sie möglich ist, hat sie für jede Pflanze ein äusserstes Maass, welches nicht überschritten werden kann, weil jede Phase einer bestimmten Zeit bedarf, um die Arbeit des Wachsthums zu vollenden. Gewächse von längerer Vegetationsperiode, wie der Reis, der Mais, können ihre Entwickelung nicht auf vier Monate zusammendrängen, zuletzt folgen Landschaften, wo der Anbau der Cerealien überhaupt nicht mehr möglich wäre.

Allein diese Einschränkungen sind durch die Thätigkeit des Menschen zu besiegen, der das fliessende Wasser des Gebirgs dem Ackerbau dienstbar macht. Dadurch werden im Süden unendlich viel günstigere Vegetationsbedingungen geschaffen, als wir in unserem Norden kennen, ein weit grösseres Zeitmaass der Wärme, verbunden mit unbegrenztem Zufluss von Wasser, wie bei uns. Dazu kommt aber noch ausserdem, dass das fliessende Wasser ein viel vollkommneres Nahrungsmittel für die Pflanzen ist als das atmosphärische, weil es, durch Quellen gespeist, die löslichen Mineralstoffe des inneren Felsgebäudes der Erde an die Oberfläche führt und der Vegetation, mit der es in Berührung tritt, zum steten Verbrauche darbietet. Auf diesem Austausche des Bodens, in dem die Pflanzen wurzeln, mit den unerschöpflichen Nahrungsstoffen des Erdinnern beruht die Erhaltung des vegetativen Lebens überhaupt, hiedurch allein ist die Fruchtbarkeit eines Landes für die entfernteste Zukunft gesichert, die, wenn die Quellen der Ernährung auf die geringe Erdkrume der Oberfläche beschränkt blieben, durch die Verwitterung, den Verbrauch der Nahrungsstoffe und die schliessliche Ueberführung derselben in unlösliche, dem Organismus unzugängliche Verbindungen, bald im Kampf mit der unorganischen Natur unterliegen müsste. Je mehr dagegen durch den unterirdischen Kreislauf des Wassers die Erneuerung der Erdkrume an der Oberfläche gesichert ist, desto reicher wird der Schatz, den die organische Natur zu heben und auf der todten Fläche zu Bildungen zu gestalten hat, die nicht bloss die Landschaft künstlerisch schmücken, sondern auch die Quellen des Wohlstandes und der erhöhten menschlichen Entwicke-

lung sind. Im Gebiete des Mittelmeers beruht also zwar in einzelnen Gegenden, wie in der Lombardei, die dem Norden überlegene Zeugungskraft des Klimas auf den freiwillig gewährten Gaben der Natur, im tieferen Süden dagegen und im Osten wird sie erst durch die Mitwirkung des Menschen, durch die Unterhaltung einer künstlichen Bewässerung entfesselt. Es ist gewiss eine denkwürdige Erscheinung, dass da, wo die Wiege der Kultur stand, wo der Ackerbau, die Bedingung höherer Geistesbildung, erfunden ward und viele Jahrhunderte lang blühte, im Kampfe mit der stummen Natur der menschlichen Thätigkeit grössere Schwierigkeiten, aber auch reichere Hülfsmittel zu Gebote standen als im Norden, wo das Wasser dem Boden von selbst zufliesst. Durch die Irrigationen, die einen festen Wohnsitz voraussetzen, musste bei den orientalischen Völkern des Alterthums jene Energie sich beleben, welche die vereinzelten Stämme zu gemeinsamer Arbeit verband und dadurch die sittliche Ordnung gesellschaftlicher Zustände begründete. Mit dieser Energie ist auch in späterer Zeit die Herrschaft über die Natur zu Grunde gegangen, verödete Steppen nahmen wieder den Raum der fruchtbarsten Landschaften ein. Aber das Erworbene ging zu anderen Völkern und zuletzt zu denen des nördlichen Europas über, die berufen waren, nicht mehr im Kampfe mit natürlichen Schwierigkeiten, sondern durch Aneignung der in den Geheimnissen der Natur verborgenen Hülfsmittel die Herrschaft über das Unorganische höher auszubilden und das geistige Leben dadurch noch mannigfaltiger zu bereichern.

Zu künstlichen Irrigationen ist das Gebiet des Mittelmeers mit der reichen Gliederung seines Niveaus ganz besonders geeignet, und was durch die Schuld erschlaffter Zeiten vernachlässigt oder verloren wurde, können die Nachkommen wieder herstellen. In der gegenwärtigen Zeit, wo in so weitem Umfange der Ackerbau danieder liegt, wo in Spanien und vielen Gegenden des Orients durch die Entwaldung der Gebirge der Wasserzufluss ärmlicher und unregelmässiger geworden und dadurch die Erneuerung ehemaliger Bewässerungsanstalten erschwert ist, sind die fruchtbarsten Landschaften, wo sie sich erhalten, wie der Garten von Valencia, zuweilen den verödeten so unmittelbar in die Nähe gerückt, dass die Nachtheile des trockenen Sommerklimas für die Vegetation nirgends deutlicher hervortreten. Ihren einheimischen Formen hat zwar die Natur mannigfache Hülfsmittel der Organisation verliehen, der Dürre

Widerstand zu leisten, aber der rege Saftumtrieb, das Wachsthum der Organe ist doch nur in denjenigen Monaten möglich, in denen atmosphärische Niederschläge stattfinden. Die Theorie zeigt, dass an den Südgrenzen des Gebiets dieselben eigentliche Winterregen sind, dass sie nordwärts allmälig zu zwei Perioden grösserer Feuchtigkeit, zu Herbst- und Frühlingsregen aus einander treten, bis diese dann endlich diesseits der Alpen zu dem Maximum des Sommerregens in Mitteleuropa sich wieder vereinigen[46]). Aber wie die örtlichen Einwirkungen diese Vertheilung der Niederschläge vielfach verändern, so sind auch auf der Nordküste Afrikas, der Zone des Winterregens, die Herbst- und Frühlingsmonate noch feucht genug, um die Pflanzenwelt zu beleben. Die Masse des Regens in den feuchtesten Monaten ist ein Ueberfluss, dessen die Vegetation nicht bedarf. Ihre Entwickelungsperiode beginnt daher mit den ersten herbstlichen Niederschlägen und dauert zuletzt noch eine Zeit lang im Anfang der trockenen Jahrszeit fort, bis die Wurzeln keine Feuchtigkeit mehr in den Bodenschichten finden, in welche sie eindringen. Aber diese lange Dauer der Vegetationszeit, welche der Vertheilung der Niederschläge entspricht, wird auf der anderen Seite durch den Gang der Temperatur wiederum eingeschränkt. Wo im kontinentaleren Klima die Winterkälte das Wachsthum unterbricht, ist die Periode in zwei Abschnitte geschieden, die durch die Blüthen des Herbstes und des Frühlings bezeichnet sind. Allein auch da, wo die Temperaturgrade eine stetige Vegetation vom Herbst bis zum Frühling gestatten würden, sind es nur gewisse, oft nur einzelne Gewächse, die gegen den Wechsel des Sonnenstandes sich ganz gleichgültig verhalten. Um dieses Verhältniss zu erläutern, ist näher auf das Verhältniss zwischen Wärme und Vegetation einzugehen.

Suchen wir zuerst die mittlere Temperatur der Vegetationszeit zu bestimmen, so ergeben sich Schwierigkeiten, die zwar bis jetzt nicht zu heben sind, aber auch, wenn sie gelöst wären, gewisse Thatsachen nicht erklären würden. Es müssten genauere Beobachtungen über die Zeit des Stillstandes im Wachsthum vorliegen, und an diesen fehlt es in den meisten Gegenden noch ganz. Nur wo die Vegetation ununterbrochen vom Herbst bis zum Anfang des Sommers fortdauert, könnte man die klimatischen Messungen dazu benutzen. So berechnet, liegt der mittlere Temperaturwerth der Vegetationszeit, also die Wärme, die den Pflanzen bei ihrem Wachsthum wirklich zu Gute kommt, durchschnittlich etwa ebenso hoch,

nicht höher als in Nordeuropa, oder nur um einen oder wenige Grade [47]). Hiedurch kann der verschiedene Charakter der Vegetation nicht erklärt werden, auch wenn weitere Beobachtungen zeigen sollten, dass dieser Werth in östlicher gelegenen Meridianen nach Abzug des winterlichen Stillstandes sich nicht wesentlich ändere. Der Unterschied in den Wirkungen der Temperatur auf die Vegetation in Nord- und Südeuropa liegt nicht darin, dass hier ein Grenzwerth überschritten wird, sondern in dem erweiterten Spielraum für die Dauer der Entwickelungszeit, weil die südlichen Pflanzen mit ungleichen Kräften in die trockene Jahreszeit eintreten und daher eine weit grössere Mannigfaltigkeit der Formen möglich wird. Wäre es die Winterkälte allein, die sie zurückhält, in ein nördliches Klima einzudringen, so würden sie an den atlantischen Küsten ihr Gedeihen finden, und dass dies bei manchen der Fall ist, lehrt ihre Verbreitung. Andere bedürfen einer längeren und mit der Wärme unseres Sommers verbundenen Entwickelung, und diese sind es, die gegen die trockene Jahrszeit am besten geschützt sind. Dann giebt es wiederum andere, die gleichsam rasch vorübereilend die Erde mit vergänglichem Blüthenschmuck bekleiden, aber entweder einer langen Vorbereitung in ihren unterirdischen Organen bedürfen (Zwiebelgewächse), oder auch nur, an bestimmte Phasen der Temperaturkurve gebunden, sich in anderen Zeiten gleichgültig ruhig verhalten (annuelle Pflanzen). So kommt es, dass der Wechsel der in den einzelnen Monaten bedeutender hervortretenden Pflanzenformen viel grösser ist als im Norden, und dass der Anfang und Schluss der Vegetationsperiode sich viel schwieriger bestimmen lässt, weil er für die verschiedenen Formen so ungleich ist. Wie im Norden die Frühlingspflanzen anderen Bedingungen unterworfen sind als die Hauptmasse der Vegetation, so scheidet sich die Flora Südeuropas in zahlreichere Gruppen, denen eine eigenthümliche Entwickelungsperiode bald von kürzerer, bald von längerer Dauer zukommt.

In dieser Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, worauf der grössere Formenreichthum der Mediterranflora beruht, lässt sich das allgemeine Gesetz nicht verkennen, dass die Vegetation im Frühlinge bei Weitem kräftiger sich entwickelt als im Herbste. In den Frühling fällt die Blüthezeit der meisten Gewächse. Diese Jahrszeit kann man in dieser Beziehung mit dem Sommer des Nordens vergleichen, die Herbstblüthen dagegen mit unseren Frühlingspflanzen. Zwischen beiden liegt in Nizza, ob auch der December hier ebenso warm sein

möge, wie der Februar, eine Periode, in welcher fast keine Blumen zu erblicken sind[48]). Es leuchtet ein, dass dieser Stillstand der Entwickelung nicht unmittelbar durch die Temperaturkurve des Winters zu erklären ist. Feucht ist der Erdboden genug, im Herbst wie im Frühling, die Wärme des November (10°) ist ebenso hoch, wie im April, und doch gleichen im ersteren Monate die Eindrücke des Pflanzenslebens unserem Spätherbst, im letzteren prangt die Landschaft von frisch belaubten Bäumen und von reichstem Blüthenschmuck. Es fragt sich also, welche klimatische Ursache dies bewirken kann, warum die Bäume mit periodischer Laubentwickelung im December in Nizza blattlos dastehen und selbst die immergrünen, wie der Oelbaum und die Orange, gerade im Januar neue Blätter treiben. Wenn das Klima dabei überhaupt mitwirkt, so kann der Unterschied nur darin bestehen, dass die Wärme bis zur Jahreswende sinkt und mit dem Januar wieder zu steigen anhebt. Es ist bekannt, dass Gewächse, die gegen die Temperatur empfindlich sind, bei steigender und sinkender Wärme sich verschieden verhalten. Dies zeigt sich schon bei denjenigen Bäumen unseres Klimas, die bei derselben Temperatur im Frühlinge ihre Blattknospen entwickeln, bei welcher sie im Herbste den Laubabfall durch Entfärbung des Grüns und durch Gliederung des Blattstiels vorbereiten[49]). Aber wenn jede Phase der Entwickelung an das Eintreten bestimmter Temperaturgrade geknüpft ist, so liegt in dieser Erscheinung doch etwas Räthselhaftes. Man kann sagen, dass die Wachsthumsphasen nicht bloss von der Wärme und Feuchtigkeit, sondern auch davon abhängen, in welchen Zustand der Organismus durch die vorausgegangenen Bildungsprocesse versetzt wurde, aber hier scheint, wie bei den Wanderungen der Zugvögel, nicht bloss das Vergangene, sondern auch das Zukünftige einen Einfluss auf das organische Leben auszuüben. Oder wenn es das Vergangene wäre, könnten es nur die Eindrücke sein, welche frühere Generationen des Gewächses empfingen, und die in dem Entwickelungsgesetze ihres Samenkorns erhalten sind, wie der Trieb des Vogels, zu bestimmter Zeit zu wandern, sich von einer Generation zur anderen forterbt. Man sieht ein, dass, wenn die Blüthenbildung eines Baumes einer höheren Wärme bedarf als die ihr vorausgehende Laubentfaltung, diese Bedingung in der sinkenden Temperaturkurve des Herbstes nicht erfüllt werden würde, aber wie kommt es, dass die Blattknospen, die sich doch während des Winters nicht zu verändern scheinen, vor dessen Eintritt bei derselben

Temperatur in Ruhe verharren, bei welcher sie sich im Frühlinge entwickeln? Mechanische Erklärungen bieten sich dar, sobald man die Abhängigkeit der Entwickelungsphasen von der Wärme erkennt, aber sie genügen nicht, wenn man auf den Zusammenhang des Früheren und Späteren die Aufmerksamkeit richtet. Der Organismus ist nicht bloss eine chemische Maschine, die durch äussere Einflüsse in Bewegung gesetzt wird, sondern die Bewegungen sind von innen aus so geregelt, dass, wenn auch der äussere Reiz vorhanden ist, die Wirkung unterdrückt wird, so oft es die dauernde Erhaltung des Lebens fordert. Die Mittel, dem Feuer zu widerstehen, welches die Maschine heizt, bleiben uns unbekannt, nur die Zweckmässigkeit der Vorgänge leuchtet ein, wenn wir sehen, dass, wenn es anders wäre, der Organismus zu Grunde gehen würde.

Solche Betrachtungen, die freilich dem heutigen mechanischen Geiste der Physiologie fern liegen, lassen sich auch in anderen Fällen nicht zurückweisen, die zum Theil noch bestimmter auf verborgene Kräfte der Organismen schliessen lassen. Als ich mich in der zweiten Hälfte des Aprils 1839 in Konstantinopel aufhielt, fand ich die Holzgewächse, welche den Winter ihr Laub verlieren, noch weit zurück; die Ulmen blühten und fingen den 20. April noch nicht an ihre Blätter zu entfalten, die immergrünen Pflanzen hingegen und ein Theil der Kräuter hatten damals schon einen beträchtlichen Theil ihrer jährlichen Entwickelungsphasen vollendet[50]). Ich erkannte, dass der Winterschlaf für verschiedene Klassen von Gewächsen ein ganz verschiedenes Maass habe, aber eine Erklärung zu geben versuchte ich nicht. Dies ist erst später von Vaupell unternommen, der dieselben Erscheinungen in Nizza beobachtete, und dem wir aus dem Winter von 1855 — 56 über die Belaubung der Bäume daselbst ausführliche Nachrichten verdanken. Die Thatsachen, die er sammelte, führten ihn zu der Ansicht, dass ausser dem Klima auch die ursprüngliche Heimath eines Gewächses auf den Zeitpunkt der Entwickelungsphasen von Einfluss sei. Während südeuropäische Bäume schon im Januar frische Blätter trieben, verzögerte sich die Belaubung der Eichen, Linden, Eschen, Ulmen und Buchen, sowie der nordamerikanischen Robinien, die also sämmtlich auch in nördlichen Klimaten gedeihen, bis zum April. Da Vaupell seine Beobachtungen mit gleichzeitigen Thermometermessungen begleitete, so ist es bis zu einem gewissen Grade möglich, zu unterscheiden, welchen Antheil an diesen Erscheinungen die Wärme hat, und was hingegen den

eigenen Widerstandskräften des Organismus gegen dieselbe zuzuschreiben ist. Man kann annehmen, dass die Eichen und Eschen im nördlichen Europa erst bei einer Temperatur von 9—10° R. sich belauben, und wenn nun auch dieselbe Wärme zu Nizza in der ersten Aprilwoche herrschte, in welcher diese Bäume ihre Blätter ausbildeten, so ist es doch unerklärlich, dass dies nicht schon früher geschah, indem die Temperatur von 10° R. daselbst schon am 13. Februar eingetreten war, fünf Tage andauerte und vor dem Ende des März nach manchen Unterbrechungen sogar überschritten wurde. Wie kann derselbe Wärmereiz zu einer Zeit die ruhenden Knospen in Bewegung setzen, zu der anderen nicht, ohne dass der innere Zustand des Baumes nachweisbar irgend geändert ist? Dies ist eine Erscheinung, welche dem sogenannten Atavismus verwandt ist und darin besteht, dass eine angeerbte Ordnung der Entwickelungsphasen durch veränderte klimatische Einwirkungen nicht völlig gestört, sondern nur innerhalb bestimmter Grenzen verschoben werden kann. Die Mittel, welche der Eiche zu Gebote stehen, trotz der Februarwärme von Nizza in ihrem Winterschlafe zu verharren, kennen wir nicht, aber wir können einsehen, dass die späte Belaubung nur in diesem Klima zur Erhaltung des Baumes nothwendig ist. Denn da die Vegetationsperiode einer Pflanze je nach der Steilheit der Temperaturkurve und innerhalb bestimmter Grenzen verkürzt oder verlängert werden kann, so würde die Eiche, wenn sie in Nizza schon im Februar belaubt wäre, nicht mehr in voller Sommerfülle und vielleicht schon mit entfärbten Blättern in die trockene Jahrszeit eintreten. Sie würde bei sinkender Wärme wieder ausschlagen und dabei auf die Dauer nicht bestehen können. So aber, erst im April belaubt, begegnet sie mit ganzer Lebenskraft dem regenlosen Sommer und wirft erst im Herbste ihre Blätter ab. Sie ist dem südlichen Klima ebensowohl angepasst, wie dem nördlichen, wo, wenn sie im Frühlinge bei geringerer Temperatur sich belauben könnte, die Nachtfröste des April ihre noch im Wachsthum begriffenen Blätter zerstören würden. Die Buche hat ein zarteres Laub als die Eiche, und daher nicht die gleiche Kraft, der trockenen Jahrszeit Widerstand zu leisten, weshalb sie nicht in die immergrüne Region von den Bergen hinabsteigt. Aehnliche und wegen des noch wärmeren Klimas um so merkwürdigere Beobachtungen über die Vegetationsperiode der Eiche und Buche machte Heer in Madeira[50]), wo zu Funchal die Mittelwärme des Winters 14° R. beträgt, also noch

4 Grade höher liegt als die Temperatur, bei welcher die Eiche in Europa sich belaubt. Nichtsdestoweniger entfärbte sie ihre Blätter zu Ende Oktober, die Buche im November, die erstere war im Februar, die letztere erst im April wieder belaubt. Der Winterschlaf der Buche hatte bei europäischer Sommerwärme 149 Tage gedauert. Innerhalb des Mittelmeergebiets scheinen die Belaubungszeiten desselben Baums auch bei grossen klimatischen Unterschieden nur geringem Wechsel zu unterliegen. So begann in Hyères nach Vaupell die Entwickelungsperiode der Ulme und des Feigenbaums zu Anfang April[68], in dem benachbarten Nizza fing der Feigenbaum schon mehrere Wochen früher an auszuschlagen. Am Bosporus, wo der Winter so viel kälter ist und so viel länger dauert, ändert sich diese Periode kaum oder nur unerheblich: hier belaubt sich nach Tchihatcheff der Feigenbaum ebenfalls im März und die Ulme zu Ende April; im J. 1839 sah ich die Entwickelung beider Gewächse zu dieser Zeit gleichzeitig vor sich gehen. Die Unterschiede, welche an demselben Orte je nach den Individuen sich ergeben, scheinen ebenso gross zu sein als diejenigen, welche vom Klima abhängig sind.

Vaupell's Beobachtungen in Nizza geben noch über andere Verhältnisse Aufschluss, wiewohl man seinen Erklärungsversuchen nicht überall beistimmen kann. Kein Baum belaubt sich vor dem Januar, und doch ist die Wärme dieses Monats geringer als die des December (6° im Jan., 7°,2 R. im Dec.). Es scheint also, dass die sinkende Temperatur die Energie des Lebens abstumpft, die steigende sie befördert. Der kälteste Monat des Jahrs ist es, in welchem die Oelbäume, die Orangen und die Karuben (*Ceratonia*) ihre Triebe mit jungen Blättern ausstatten, und, wenn das Thermometer zu dieser Zeit einmal unter den Gefrierpunkt fällt, sieht man das in der Bildung begriffene Laub welk werden, und leicht geht es dann wieder zu Grunde. Es ist also einer Gefahr ausgesetzt, die in keinem andern Monat eintreten würde. Vaupell meint, man müsse gerade das Gegentheil von dem erwarten, was die Reihenfolge der Belaubungszeiten zeige, die nordischen Bäume, einem kälteren Klima angepasst, müssten sich früher entwickeln als die südlichen, die mehr Wärme bedürften. Allein hier ist er im Irrthum, weil er nur die Temperatur und nicht die verschiedene Dauer der Vegetationsperiode berücksichtigt, und weil, wie wir gesehen haben, die Wärme derselben im Süden gar nicht erheblich höher ist als im Norden. Damit der Oelbaum im Mai blühen und im Herbst seine Früchte reifen oder

die Orange das ganze Jahr hindurch diese Bildungen wiederholen könne, müssen die Organe, welche den Nahrungsstoff bereiten, so früh als möglich vorhanden sein, so dass sie selbst in der ungünstigsten Zeit sich erneuern. Die nordischen Bäume hingegen bedürfen bei ihrer Belaubung einer höheren Wärme als diese, da, wenn die Blätter früher entständen, sie in den grossen Temperaturschwankungen des nördlichen Frühjahrs zerstört werden würden. Daher bestehen unter diesen grosse Verschiedenheiten je nach der Empfindlichkeit der noch im Wachsthum begriffenen Blätter gegen den Frost. In Nordeuropa belaubt sich zuerst der Fliederbaum (*Sambucus nigra*), etwa bei 4° R., dann die Buche bei 8°, zuletzt die Eiche bei 10°. So ist das Eichenlaub am meisten durch die Maifröste gefährdet, wie das des Oelbaums durch die Januartemperatur des Südens, der Flieder erträgt grosse Schwankungen ohne Beschädigung. Wie aber die hiedurch gegebene Reihenfolge der Belaubung bei den verschiedenen Bäumen in einem südlichen Klima geändert wird, zeigte sich schon in der Beobachtung, dass in Madeira die Eiche beinahe zwei Monate vor der Buche ausschlägt. Solche Verschiedenheiten wiederholen sich vielfach, sowohl im westlichen, wie im südlichen Europa. So ist nach Vaupell's Untersuchung, wobei natürlich die Unterschiede, die in einzelnen Jahren nach dem Temperaturgange vorkommen können, nicht berücksichtigt werden dürfen, die Reihenfolge der Belaubung von Buchen, Eichen und Eschen an verschiedenen Orten folgende:

Buche, Eiche, Esche: von der Ostsee bis München;
Esche, Buche, Eiche: in Belgien;
Eiche, Esche, Buche: in Dijon.

In Nizza belaubte sich der Flieder gleichzeitig mit dem Oelbaum im Januar, die drei anderen Bäume gleichzeitig zu Anfang April. Die Erklärung dieser Erscheinungen hat Vaupell durch eine sinnreiche Hypothese zu geben versucht, sie ist nicht so einfach, da, wenn auch die zur Belaubung jedes Baums erforderliche Wärme an verschiedenen Orten zu ungleichen Zeiten eintritt, doch die Temperaturkurve überall in gleichem Sinne vom Anfang des Jahrs an aufsteigt.

Wenn man mit A. de Candolle und Quetelet die Summen der Temperaturgrade (über einem Minimum zu Anfang der Entwickelungsperiode) oder deren Quadrate als Maassstab der die Vegetationsphasen bestimmenden Werthe ansieht, bleiben solche Erscheinungen jeder mechanischen Erklärung unzugänglich. Vaupell, der diesen

Weg in einigen Fällen einzuschlagen versuchte, kommt zu demselben Ergebniss. Die Fehler der Methode sind von Erman und Anderen nachgewiesen. Sie ist schon deshalb den physiologischen Vorgängen widersprechend, weil nach jeder Vegetationsphase ein Stillstand von unbestimmter Dauer eintreten kann, bis die Temperatur die Höhe erreicht, welche von der neuen Phase gefordert wird. Bei jeder Summirung der Temperaturgrade kommt daher der veränderliche Wärmewerth in Rechnung, der zwischen beiden Phasen vorhanden war, während doch das Wachsthum stillstand. Nimmt man hingegen an, dass jede Phase an ein bestimmtes Wärmeminimum gebunden und zugleich von der Dauer der einzelnen Bildungsprocesse abhängig ist[49]), so kann die veränderte Ordnung in der Belaubung derselben Bäume als eine Folge der nach den Klimaten verschieden gestalteten Jahreskurve aufgefasst werden, und auf diesem Gesichtspunkte beruht Vaupell's Erklärungsversuch. Wenn ich ihn nämlich richtig verstehe, betrachtet er das Eintreten des Frühlingssafts in den Baum und die Entfaltung der Blattknospen als zwei auf einander folgende Vegetationsphasen, von denen die letztere einer höheren Wärme bedarf als die erstere, so dass, je nachdem dieser höhere Temperaturgrad früher oder später eintritt, auch eine ungleiche Zeit zwischen beiden Phasen verfliessen kann. Nehmen wir nun an, dass z. B. bei der Eiche und Buche die Temperatur, bei welcher der Frühlingssaft zu steigen anfängt, dieselbe sei (z. B. 6°), die Entfaltung der Blätter aber bei der Buche 8°, bei der Eiche 10° fordere, und setzen wir ferner voraus, dass die Buche einer längeren Zeit bedarf als die Eiche, den Stamm und die Zweige in Safttrieb zu versetzen, so wird die Eiche sich in einem Klima, wo die Temperatur rasch von 6° bis 10° steigt, vor der Buche belauben können, weil die Blattknospen des letzteren Baums noch nicht Saftzufluss genug empfangen haben. Umgekehrt müsste sich die Belaubung der Eiche in einem Klima verzögern und erst nach der Buche eintreten, wenn, nachdem der Saft sich durch das ganze Gewächs verbreitet hat, die Temperatur von 10° noch längere Zeit hindurch nicht erreicht wird, so dass die Wärme zwar dem Blatttriebe der Buche, aber nicht dem der Eiche entspräche: denn dann würde bei diesem Baum ein Stillstand die Entwickelung unterbrechen müssen. So fasse ich Vaupell's Hypothese auf, eine Erscheinung zu erklären, die auch deshalb auf solchen mechanischen Ursachen zu beruhen schien, weil Zweige dieser Bäume, als sie im Winter in Treibhäuser gebracht wurden, sich ebenso

verhielten, wie in wärmeren Klimaten, so dass in der höheren Temperatur die Eiche ebenfalls früher ausschlug als die Buche. In Nizza, wo die Wärme zu Anfang April rasch zunimmt, könnten sie sich hiernach gleichzeitig entwickeln. Allein mit dem Vaupell'schen Erklärungsversuch lässt es sich doch nicht vereinigen, dass im Seeklima Frankreichs die Wärme des Frühlings ja nicht rascher, sondern vielmehr langsamer steigt als im kontinentaleren Deutschlands: in Dijon, wo die Buche später als die Eiche und Esche sich belaubt, ist die Mittelwärme des April 8°,5 R., des Mai 12°,7; in Göttingen, wo die Eichen stets später grün werden als die Buchen, hat der April ebenfalls 8°,4, der Mai schon 14°,3. Es wird daher der die Belaubung der Eiche begleitende Temperaturgrad von 10° in Deutschland früher eintreten als in Frankreich, und doch entwickelt sich dort der Baum später als hier. Wir sehen uns daher durch Vaupell's Bemühungen, das Räthsel der Erscheinung zu lösen, doch zu keiner sicheren Ansicht geführt und müssen vielmehr auch in diesem Falle den Mechanismus uns entschlüpfen sehen, indem wir wieder auf den Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückgeführt werden, den rein geographischen, der darin besteht, dass das Klima des Vegetationscentrums, wo eine Art entstanden ist, ihrer Entwickelung am meisten gemäss ist. In andere Länder, vielleicht durch ihre eigenen Kräfte, verpflanzt, sucht sie ihre Entwickelungsperiode festzuhalten, oder ändert sie, um ihr Fortbestehen zu sichern [49], bis zu einem gewissen Grade ab, bis sie endlich in noch weiteren Fernen der Ungunst des Klimas erliegt. Nur so können wir bis jetzt verstehen, dass die nordischen Bäume sich im Süden so spät entwickeln, und dass nach dem Maass der Wärme die Entwickelungszeiten sich ändern, die Vegetation sich verkürzen oder verlängern kann.

Aus diesem Ergebniss, dass die Entwickelungsperioden der Gewächse dem Klima ihrer ursprünglichen Heimath am meisten entsprechen, lässt sich eine neue Methode ableiten, die Vegetationscentren gewisser Arten innerhalb ihres heutigen Wohngebiets zu bestimmen. Diesen Weg werde ich bei mehreren südlichen Kulturbäumen einschlagen, wobei nur vorläufig zu erinnern ist, dass, wenn sie aus dem Orient stammen, sie sowohl früh als spät ihm Jahre sich belauben können, je nachdem ihre Heimath dem Klima der Steppen oder dem der syrischen Wüste mehr genähert ist, also z. B. am Bosporus oder in Palästina gelegen wäre.

Wenn auch die Mittel unbekannt sind, deren die Organisation

einer in ein fremdes Klima übergegangenen Art sich bedient, der zu unpassender Zeit eintretenden Erwärmung Widerstand zu leisten, so möchte ich doch schliesslich noch eine Thatsache erwähnen, welche vielleicht künftig einiges Licht über diesen Punkt verbreiten wird. In Jahren anomal veränderter Temperaturkurve verhalten sich die Pflanzen, deren Blüthezeit in verschiedene Monate fällt, nicht gleichartig. Im J. 1869 machte ich diese Beobachtung, als der April in Norddeutschland ungewöhnlich warm, der Juni um so kälter war. Frühlingspflanzen, Zwiebelgewächse (*Gagea*), beschleunigten ihre Vegetation ungemein, nicht aber die erst im Mai blühenden Orchideen, deren Knollen durch die Aprilwärme nicht zum Treiben veranlasst wurden, und am wenigsten die Stauden (z. B. Umbelliferen), die im hohen Sommer zur Blüthe gelangen, und die, ohne durch die Frühlingswärme beeinflusst zu sein, durch den kalten Juni so zurückgehalten wurden, dass sie zum Theil um mehrere Wochen in ihrer Entwickelung zurückblieben. Dies sind offenbar ganz ähnliche Erscheinungen, wie die der verspäteten Eichenbelaubung in südlichen Klimaten. Nähme man an, dass der Winterschlaf nur scheinbar eine Periode völligen Stillstands wäre, so liesse sich denken, dass diejenigen Processe, die zu dieser Zeit verborgen sich vollziehen, erst vollendet sein müssen, ehe die gesteigerte Wärme auf die nachfolgenden, sichtbar hervortretenden Phasen der Vegetation wirken kann. Nach dieser Vorstellung bliebe die Eiche gegen die Wintertemperatur in Nizza unempfindlich, weil ihre Organe noch nicht zur Belaubung vorbereitet sind, so wenig wie die Orchideenknollen von 1869 zum Blühen es waren, als der warme April an ihnen vorüberging. Vielleicht werden vergleichende Untersuchungen über die anatomischen Zustände des Gewebes zu verschiedenen Zeiten des Winters einst über diese Verhältnisse näheren Aufschluss geben.

Werfen wir nun noch einen Rückblick auf die Cerealien, so erscheint auch die Verkürzung ihrer Entwickelungszeit im Süden unter einem neuen Gesichtspunkte. Nicht alle Gewächse sind, wie die Bäume, an bestimmte Monate des Jahrs gebunden, sondern es giebt auch nicht periodische, und dazu gehören namentlich die Cerealien, von denen angenommen wird, dass man sie zu jeder Zeit säen und ernten könne, vorausgesetzt dass sie die erforderliche Wärme und Feuchtigkeit finden. Was mag nun wohl der Grund sein, dass man im südlichen Italien den Weizen um so später säet, je wärmer das Klima wird, in Rom zu Anfang November, in Neapel in der Mitte

dieses Monats und in Palermo erst in den ersten Tagen des December? Sollte nicht die Erfahrung dazu veranlasst haben, dass auch hier die Saat zwar bei sinkender Temperatur keimt, bald aber in ihrem Wachsthum still steht, bis das Thermometer wieder zu steigen beginnt und nun erst die der Blüthezeit nöthige Wärme gesichert ist? Die klimatischen Beobachtungen lehren, dass der December und der Januar in Neapel wärmer sind als in Rom, die folgenden Monate aber nicht, wogegen in Palermo während der ganzen Zeit vom December bis zum April das Thermometer höher steht als in Neapel. Kommt es also nur darauf an, dass, so lange die Temperatur sinkt, der Weizen kräftig genug wird, um den winterlichen Stillstand zu ertragen und für das spätere Wachsthum genugsam vorbereitet zu sein, so kann dies in Sicilien noch im December erreicht werden, in Rom aber nicht, und man muss daher um so früher säen, je kälter die Monate werden, die dem Wintersolstitium vorausgehen. Wäre die Vegetation des Winterweizens eine stetig fortschreitende, überall wo die Wärme sich im Winter über 6° hält, so ist unerklärlich, warum die Entwickelungsperiode sich in Palermo gegen Neapel verkürzt, da an beiden Orten die Temperatur des kältesten Monats höher steht. Wenn aber das Sinken und Steigen der Wärme dabei von Einfluss ist, so hängt es von der Temperatur der ersten Monate des Jahrs ab, wie früh die Ernte eintritt.

Alle diese Thatsachen weisen darauf hin, dass es nicht die Mittelwärme der drei feuchten Jahrszeiten ist, die uns im Gebiete des Mittelmeers einen klimatischen Maassstab für die Vegetationsperiode giebt, sondern dass die Monate, in denen die Temperatur steigt, viel einflussreicher auf das Pflanzenleben wirken als die des Herbstes, wo sie sinkt. Die Herbstphasen sind eigentlich nur als Vollendung und Abschluss dessen anzusehen, was im Frühlinge vorbereitet war. Diese Auffassung wird auch dadurch unterstützt, dass die bedeutendsten Verschiedenheiten, die der Vegetationscharakter der einzelnen Länder zeigt, von der Winter- und Frühlingswärme und von dem Eintreten der trockenen Jahrszeit in weit höherem Grade abhängen als von dem Klima des Herbstes. Ueber die Dauer der Vegetationszeit während der ersten Jahreshälfte, also bei steigender Temperatur bis zum Aufhören des Regens, lassen sich folgende Angaben zusammenstellen, die theils unmittelbare Beobachtungen über die Wachsthumsperiode der Pflanzen sind, theils sich auf die klimatischen Messungen beziehen, denen ich die Mittel-

temperatur des betreffenden Jahresabschnittes, soweit sie bekannt ist, beifüge[51]:

6 Monate. Nizza. Januar — Juni = 10° R.
5 Monate. Lissabon. Januar — Mai = 11°,1.
Cadix. Januar — Mai = 11°.
4 Monate. Madrid. März — Juni = 12°,2.
Dalmatien. Februar — Mai.
Janina. März — Juni. 10°.
Cypern. Januar — April.
3 Monate. Algier. Januar — März. 10°,1.
2 Monate. Konstantinopel. April, Mai. 10°,4.

Man erkennt aus dieser Uebersicht, dass die Mittelwärme der ersten Vegetationsperiode nur geringen Schwankungen unterliegt und sogar weniger hoch ist als die Phytoisotherme im nördlichen Europa. Der Frühling des Südens ist blüthenreicher, aber nicht so warm, wie der Sommer des Nordens. Nur in Syrien würde man einen gleich hohen Werth erhalten (für Beirut 12°,2 oder 13°,3, je nachdem die Vegetationszeit bis zum April oder Mai gerechnet wird). Die Mittelwärme dieser Hauptperiode der vegetativen Entwickelung möchte ich als die Phytoisotherme betrachten, welche die Flora des Mittelmeergebiets als gemeinsames, klimatisches Moment verbindet. Die Unterschiede in den Vegetationsbedingungen der einzelnen Länder liegen hauptsächlich in der ungleichen Dauer der Entwickelungsperiode. Die längste Vegetationszeit hat die ligurische Küste, wo die Niederschläge erst im Juli aufhören, die kürzeste Algier und Konstantinopel, wodurch die Nähe der Sahara sich ausspricht und die Aufnahme von Steppenpflanzen in der thracischen Flora erklärlich wird. Allein gerade am Bosporus ist die kurze Frühlingsblüthe durch eine längere Herbstperiode ausgeglichen. Ueberall erkennen wir, dass in der Abstufung der Dauer der Vegetationszeit die klimatische Ursache liegt, wodurch Wanderungen der Mediterranpflanzen beschränkt wurden. Bei grosser Aehnlichkeit in den Vegetationsformen und Formationen und grossen Verbreitungsbezirken gewisser Arten sind doch die Erzeugnisse der einzelnen Halbinseln in weit höherem Grade abgesondert als im nördlichen Europa. Eine grössere Reihe von Vegetationscentren lässt sich hier noch in ihrem ursprünglichen Verhältniss nachweisen.

Vegetationsformen. Der bedeutendste Charakter, durch den sich die Mediterranflora von der nordeuropäischen unterscheidet,

ist das immergrüne Laubblatt der Holzgewächse, welches, in den feuchteren Tropenlandschaften vorherrschend, in höheren Breiten bis hierher wenigstens an gewissen Bäumen sich findet und im Gesträuch noch allgemeiner ist. Zwar haben wir die immergrünen Laubsträucher selbst noch in der arktischen Flora angetroffen und gesehen, wie sie auch an den atlantischen Küsten des westlichen Europas gedeihen, während das kontinentalere Klima der östlicher gelegenen Meridiane sie in der alten Welt fast völlig auszuschliessen scheint. Aber im Süden stehen sie unter neuen Lebensbedingungen, und die immergrünen Laubholzbäume der Lorbeer- und Olivenform erreichen fast sämmtlich in dem Gebiete des Mittelmeers ihre äusserste Polargrenze. Alle diese Formen, sowohl die hochstämmigen als die vom Boden aus verzweigten, stimmen in dem starren Gefüge ihrer Belaubung überein, dessen Eigenthümlichkeit bereits darauf zurückgeführt wurde, dass die Ablagerungen fester Inkrustationsschichten auf der Oberhaut verstärkt sind oder doch einen höheren Kohaesionsgrad besitzen, und dass, da das Gewebe wenig saftreich ist, den Blättern bald die Biegsamkeit des Leders, bald die Sprödigkeit des Pergaments zukommt. Damit ist zugleich verbunden, dass die meisten dieser Holzgewächse durch reiches, tiefes Grün und durch den Glanz der geglätteten Blattfläche geschmückt sind. Die Menge der Saftkügelchen, wodurch die intensive Färbung vermittelt wird, beweist den energischen Trieb, in einem so günstigen Klima reiche Bildungsstoffe zu erzeugen, und die ebene Fläche der Oberhaut macht diese durchsichtig genug, das Grün des inneren Gewebes lebhaft in die Erscheinung treten zu lassen. Durch die Grösse der Oberfläche aber unterscheidet sich dieses immergrüne Laub von der Blattnadel der Coniferen, und diese Ausbreitung der der Luft und dem Lichte ausgesetzten Gewebtheile verschafft ihnen einen erweiterten Spielraum, die atmosphärischen Nahrungsstoffe in organische Bildungen umzuwandeln. So würde das dunkle, glänzende Laub der Orange sich das ganze Jahr hindurch erneuern, es würden zugleich in steter Folge sich Blüthen und Früchte gleichzeitig entwickeln, wenn der Boden nur die nöthige Feuchtigkeit lieferte, und so kann es geschehen, dass diese Bildungsprocesse in der That nicht unterbrochen werden, so lange die Niederschläge ihn befeuchten. Eine lange Vegetationsperiode kommt allen diesen Gewächsen im Süden zu, und hierin liegt eine der Ursachen, weshalb sie im kontinentaleren Klima des östlichen Europas ihr Gedeihen nicht finden. Waren die Bedingungen,

unter denen die immergünen Sträucher der arktischen Flora und der alpinen Region stehen, in dieser Beziehung noch ungünstiger, so ist zu erinnern, dass dieselbe Organisation entgegengesetzten Verhältnissen angepasst sein kann und dieselben Mittel den verschiedensten Zwecken dienen. Aber hier kommt zugleich in Betracht, dass die Aehnlichkeit des Baus zum Theil wenigstens nur scheinbar ist, dass das Aeussere eines Blatts und die Festigkeit seines Gewebes noch nicht darüber entscheidet, wie lange es besteht, und es wurde bereits angeführt, dass die Alpenrosen und andere immergrüne Sträucher aus der Familie der Ericeen im kälteren Klima durch den Schnee, der sie begräbt, und durch das Harz, welches sie ausscheiden, gegen die lange Unterbrechung ihrer Funktionen und gegen den Winter geschützt werden. Die immergrünen Gewächse des Südens sind dagegen höchst empfindlich gegen den Frost, sie gehören zu den verschiedensten Familien, bei denen die ausgeschiedenen Stoffe ungleich sind, ihre Blattknospen haben keine Schutzorgane gegen die Kälte, und auch ihre Entwickelung scheint unter einem verschiedenen Bildungsgesetz zu stehen. Eine Pflanze ist immergrün, wenn die alten Blätter zur Zeit, wo die neuen Laubtriebe sich entfalten, noch nicht abgestorben sind, aber dabei kann die Dauer der Funktionen eines Blattes doch sehr ungleich sein. Bei den Alpenrosen erhalten sich die Blätter zwar länger als ein Jahr, aber die längste Zeit ihres Bestehens fällt auf den Winterschlaf, wo ihre Funktionen ruhen. Bei den immergrünen Gewächsen am Mittelmeer dehnt sich die Thätigkeit der Blätter über einen langen Zeitraum aus, sie erneuert sich im Herbste und währt fort, wenn in den kältesten Monaten des Jahrs periodisch die Laubknospen sich entfalten. Es fehlt an Beobachtungen, wie lange das einzelne Blatt sich erhält und thätig zu sein fortfährt, aber dass die Dauer der Funktionen einen langen Zeitraum hindurch anhält, ist gewiss, und in keinem Fall schadet die Dürre des Sommers, die sie unterbricht, dem Fortbestehen ihrer Lebenskraft. In dieser Jahrszeit stockt der die Gewebe ausspannende Saftstrom, und wie die Organisation gerade dieser Schädlichkeit begegnet, wurde schon früher angedeutet und ist nun weiter auszuführen. Wenn die Verdunstung der Blätter fortdauert und in trockener Luft sogar gesteigert wird, ohne dass der Wasserzufluss aus dem Boden den Saftverlust ausgleicht, ziehen sich mit abnehmender Schwellung des Gewebes die Membranen zusammen, und wenn dies in zarten, flächenartig gestalteten Blattorganen geschieht, wo die Zerrungen je

nach den Durchmessern ungleich sind, werden Zerreissungen oder Kräuselungen eintreten, bei denen die Organisation zu Grunde geht. Diese Wirkungen zeigen sich in der Entlaubung tropischer Savanenbäume während der trockenen Jahrszeit. Das immergrüne Blatt aber widersteht diesen Einflüssen. Denn die Verdunstung wirkt nur auf diejenigen Zellen, die, wie die Oberfläche verdunstenden Wassers, mit der atmosphärischen Luft in unmittelbarer Berührung stehen. Je mehr die Zellen der Oberhaut an der Aussenfläche verdickt sind, desto vollständiger werden sie gegen die Verdunstung geschützt, die sie an zartblättrigen Pflanzen ihres Saftes berauben kann. Den eigentlichen Heerd der Verdunstung bilden die Lufthöhlen der Blätter, die nur durch die Spaltöffnungen mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Da aber diese mikroskopischen Eingangspforten der Luft sich bei geminderter Schwellung der Zellen verschliessen, so ist ein Blatt mit hinlänglich verstärkter Oberhaut gegen die Verdunstung vollständig abgeschlossen, und in diesen Zustand versetzt also die trockene Jahrszeit die immergrünen Gewächse. Sie bewahren ihren Saft, ihr Gewebe bleibt unverändert, aber auch ihre Ernährung hört auf, und in diesem ruhenden Zustande verharren sie, bis die Herbstregen den Saftumtrieb wieder einleiten und nun die Zellen wieder schwellen und die Spaltöffnungen die Luft wieder einlassen. Hierauf beruht es, dass das immergrüne Blatt von der Dürre nicht leidet, und wenn es auch im Sommer an der Tiefe der Färbung verliert, weil die Saftkügelchen sich in den Umgebungen des abgeschlossenen Luftraums nicht erneuern, so kann es doch, sobald der Atmosphäre der Zugang wieder geöffnet ist, seine bildenden Processe wieder aufnehmen. So erklärt es sich, dass die Blüthe des Oelbaums vor der trockenen Jahrszeit, und die Fruchtreife erst nach derselben, im Herbste, stattfindet, dass die Vegetationszeit nicht bloss die erste, sondern auch die zweite Hälfte des Jahrs umfasst, und dass also Gewächse von solchem Bau, indem sie schon im Januar ihre jungen Triebe entfalten, die Vortheile des südlichen Klimas in vollem Umfange ausnutzen. Im nördlichen Europa würden sie, wenn sie auch dessen Winterkälte zu ertragen vermöchten, doch nicht bestehen können, wenn sie einer so langen Periode des Wachsthums bedürften. Wo sich diese, wie am Bosporus und auf dem kastilischen Hochlande, verkürzt, finden wir die Grenze der Olivenkultur, und so ist der Oelbaum in dem grössten Theile des Gebiets ein genauer Ausdruck von dessen klimatischer Sphäre, während er in gewissen

Gegenden gegen andere immergrüne Formen zurückbleibt. Und ebenso können diejenigen, die nur gegen die Winterkälte empfindlich sind, aber nicht so langer Zeit zu ihren jährlichen Bildungen bedürfen, auch das Seeklima Frankreichs und Irlands ertragen. Die immergrünen Eichen, die bei Nizza nicht schon im Januar, sondern erst zur Zeit ihrer Blüthe in den folgenden Monaten die jungen Triebe belauben, kehren an der Bai von Biscya wieder und erreichen ihre Polargrenze erst bei Angers an der Loire, der Oelbaum und die Karube sind auf das Mediterranklima des unteren Rhonethals eingeschränkt. Ob die Entwickelung im Westen eine stetige oder im Süden durch Dürre unterbrochen sei, ist gleichgültig, aber auch, wo die trockene Jahrszeit erspart wird, bleibt die Entwickelungsperiode kürzer als in vielen Gegenden des Mittelmeergebiets, wenn man zum Frühling und zur Erneuerung des Wachsthums im Herbste auch nur einen Theil des Winters hinzurechnet. Frägt man nun aber, warum das immergrüne Laub nicht bloss in der Mediterranflora, sondern auch in den Grenzgebieten, am Pontus, so häufig ist, wo die klimatischen Einflüsse sich völlig verändern und doch selbst die Olivenkultur noch einmal wieder uns begegnete, so lässt sich diese Erscheinung ebenfalls dadurch erklären, dass daselbst die Vegetationsbedingungen des Oelbaums fast das ganze Jahr hindurch gegeben sind. Sie sind gewiss nicht weniger günstig als in Nizza, wo der Oelbaum im Januar bei einer Temperatur von 6°,6 ausschlägt, wo nach Abzug des trockenen Sommers die Entwickelungszeit auf 9 Monate zu schätzen ist. In Trapezunt [39] ist der Januar beinahe einen Grad kälter (5°,9), der Februar (7°,2) bereits wärmer als der kälteste Monat von Nizza. Die Niederschläge aber fallen hier im ganzen Jahre ziemlich gleichmässig, die Vegetation des Oelbaums kann also vom Februar bis zum November ununterbrochen, 11 Monate, noch länger als in Nizza, fortdauern: erst im December (6°,3) sinkt die Temperatur unter die des Januars von Nizza herab. In Konstantinopel [32] dagegen erhebt sich die Wärme über diesen Anfangswerth der Entwickelung (6°,6) nur in den 8 Monaten vom April bis zum November, und rechnen wir von diesem Zeitraum noch den trockenen Sommer ab, so ergiebt sich, dass die Bedingungen der Olivenkultur am Bosporus noch weniger vorhanden sind als im westlichen Frankreich.

Auch die Empfindlichkeit gegen die Winterkälte, die bei den meisten immergrünen Laubhölzern bemerkt wird, lässt sich auf die

lange Dauer ihrer Vegetationszeit beziehen. Mag die verdickte Oberhaut sie gegen den Einfluss des Frostes schützen, so geht ihnen dieser Schutz doch verloren, wenn die Kälte zu einer Zeit eintritt, wo die neuen Triebe in ihrer Entwickelung begriffen sind, also die Verdickung der oberflächlichen Zellen noch nicht eingetreten ist. Wenn also der Oelbaum in Nizza, damit die Blätter zur rechten Zeit ihre Thätigkeit beginnen, sie schon im Januar entfaltet, so wird er nicht in einem Klima bestehen können, wo der Winter kälter ist, weil, wenn die Erneuerung des Laubes sich verspätete, die Entwickelungszeit zu den organischen Bildungen nicht ausreichen und, wenn sie gleichfalls im Winter begänne, der Frost die jungen Organe zerstören würde. Hierdurch löst sich vielleicht der scheinbare Widerspruch zwischen den Beobachtungen über die Olivenkultur im südlichen Frankreich und an der Südküste der Krim[3]). In gewissen Gegenden des Languedoc hat man dieselbe ganz aufgegeben, weil durch die Januarkälte, die in ausnahmsweise harten Wintern daselbst zuweilen eintritt, alle Pflanzungen zerstört wurden und damit ein grosser Kapitalwerth verloren ging. In der Krim sinkt das Thermometer fast in jedem Jahre ungleich tiefer als in Südfrankreich, und doch wird die Olivenkultur an der Südküste betrieben. Hier, wo der Winter unter dem Schutze der die Polarwinde abhaltenden Bergketten zwar äusserst milde ist, aber doch zuweilen heftige Fröste vorkommen, sollen diese von den Oelbäumen ohne Nachtheil ertragen werden. Nach den klimatischen Beobachtungen über dieses äusserste Vorland der Mediterranflora, welche wir dem Reisenden Koch verdanken, tritt das Frostwetter daselbst nicht im Januar ein, welcher schon in dem freier gelegenen Sebastopol der kälteste Monat ist, sondern erst gegen den Schluss des Winters und oft erst im März oder April, also zu einer Zeit, zu welcher die Blätter des Oelbaums bereits ausgewachsen und daher nun nicht mehr so empfindlich gegen die Kälte sind. Die immergrünen Pflanzen leiden nicht als solche von der Kälte, wie man am Epheu oder selbst in den kontinentalsten Klimaten an dem Preisselbeerenstrauch und an einigen Stauden, wie den Pyrolen, sieht, sondern nur, wenn ihre Belaubungsperiode in die kalte Jahrszeit fällt. Kein Hinderniss in der Organisation aber liegt vor, dass nicht auch immergrüne Holzgewächse von kurzer Vegetationszeit bestehen könnten, und hierdurch erklärt sich, ganz abgesehen von besonderen Schutzmitteln gegen die Winterkälte, dass solche Laubsträucher, wie das nordamerikanische Rhododendron,

noch in dem kontinentalen Klima Kanadas die Wälder schmücken und ähnliche Formen die alpinen Regionen der gemässigten Zone bewohnen. So sind es schliesslich nur Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Vegetationscentren, dass in den Tiefebenen der alten Welt Holzgewächse dieses Baues von kurzer Entwickelungsperiode nicht erzeugt wurden: denn nur diejenigen, welche einer langen Zeit zu dem jährlichen Cyclus ihrer Bildungen bedürfen, sind an ein südliches Klima gebunden, welches diese Bedingungen erfüllt. Und weil endlich bei den Bäumen die alljährlich wiederkehrende Arbeit grösser ist als bei den Sträuchern, so sehen wir die Polargrenze der Lorbeer- und Olivenform durch alle Meridiane schärfer ausgeprägt als die des Oleanders und der Myrte.

Die immergrünen Laubhölzer gehören, sofern sie zum Wuchs von Bäumen sich erheben, eben zu der Lorbeer- und Olivenform, von denen die erstere dem breiten Blatt der Buche, die letztere dem schmaleren der Weide entspricht. Wie es an den Polargrenzen einer Pflanzenform gewöhnlich ist, so giebt es auch im Mittelmeergebiet nur einzelne Vertreter dieser Organisation, die aber doch, zu Wäldern verbunden, auf die Physiognomie der Landschaft bedeutend wirken können. Aber diese Wirkung wird nicht bloss durch die Entwaldung vieler Gegenden, sondern auch dadurch vermindert, dass die Bäume des Südens den nordeuropäischen gewöhnlich an Höhe des Wuchses erheblich nachstehen und oft selbst zur Strauchform herabsinken. Erhöht ist die Bedeutung dieser Pflanzenformen durch die Kultur des Bodens, die, in den grösseren Ebenen oft eine Baumkultur, sie, aus der Ebene betrachtet, bewaldet erscheinen lässt. Gerade den reinsten Ausdruck der tropischen Lorbeerform gewähren daher nicht einheimische Bäume, sondern die Agrumen, die aus den indischen Halbinseln Asiens stammen. Bei mehreren Pflanzenformen wird es sich wiederholen, dass sie erst in später Zeit nach Südeuropa verpflanzt wurden, und dass daher die Physiognomie der Natur sich seit dem Alterthum gerade in einigen Hauptzügen verändert hat. Indessen ist Philippi doch zu weit gegangen, wenn er meinte, dass der abweichende Vegetationscharakter des Mittelmeergebiets fast nur auf den Kulturgewächsen beruhe: es bleibt noch genug Eigenthümliches auch in den ursprünglichen Erzeugnissen übrig. Die Agrumen sind zuerst von Indien nach Persien verpflanzt worden, und daraus ist der systematische Name des Citronenbaums (*Citrus medica*) entsprungen, aber schon in römischer Zeit blühte dieser

Kulturzweig in Syrien. Die zahlreichen Spielarten, welche aus den beiden Citrus-Arten, die Linné unterschied, durch die Kultur hervorgegangen sind, und die jetzt zu den wichtigsten Erzeugnissen gewisser Gegenden gehören, sind hauptsächlich durch die Araber nach Westen verbreitet worden und scheinen sogar erst seit den Kreuzzügen und vielleicht in noch späterer Zeit ihr heutiges Kulturgebiet eingenommen zu haben. Wenigstens von der süssen Orange (*Citrus Aurantium dulcis*), die unter den Südfrüchten die erste Stelle einnimmt, finden sich nach Gallesio's [52] Untersuchung erst aus dem Anfange des sechszehnten Jahrhunderts sichere Nachrichten, dass sie in Italien und Spanien gebaut ward. Die Agrumen entsprechen den allgemeinen klimatischen Bedingungen der Mediterranflora nicht, vom Nordosten ist ihre Kultur fast ganz ausgeschlossen, unstreitig, weil sie daselbst die Winterkälte nicht ertragen. Am Garda-See findet man hohe Bäume, aber durch gemauerte Wände eingehägt, und auch in Mittelitalien, z. B. an der adriatischen Küste (43°), zieht man sie nur in Gärten. Völlig unbeschützt gedeihen sie nur in den Küstenlandschaften Spaniens [53], in Italien in der Südhälfte und im Litoral von Ligurien, sodann durch ganz Nordafrika und Syrien bis Morea und zu den wärmern Inseln des Archipels; zuletzt kehren sie noch einmal mit der Olive an der pontischen Bucht des schwarzen Meers wieder, wo das Klima durch Feuchtigkeit gemässigt ist. Die Höhengrenze bleibt hinter der des Oelbaums zurück [54], und Boissier ist der Meinung, dass die Extreme sowohl der Wärme als der Kälte ihnen nachtheilig seien. Ebenso wird bemerkt, dass sie zu ihrem Fortkommen reichlicher Feuchtigkeit bedürfen [55]. Solche klimatische Bedingungen würden ihrem Ursprung in der tropischen Zone entsprechen, und so ist es auch der gleichmässigeren Temperatur des Stammlandes gemäss, dass die Entwickelungsprocesse einen geringeren Grad von Periodicität zeigen, dass Blüthen und Früchte fast das ganze Jahr hindurch gleichzeitig und in steter Reihenfolge sich bilden, wiewohl doch die Haupternte in den Frühling fällt.

Einheimische Vertreter der Lorbeerform sind fast nur die immergrünen Eichen, und auch von diesen nähern sich die gewöhnlichen, kleinblätterigen Arten der Olivenform bedeutend. Der südeuropäische Lorbeer (*Laurus nobilis*) selbst, von dem Humboldt den Namen dieser Pflanzenform entlehnt hat, bildet gewöhnlich nur einen 6 bis 10 Fuss hohen Strauch und schliesst sich in dieser Gestaltung an die Oleanderform. Wird er zuweilen zu einem wirklichen Baum mit

Stamm und Krone, so erreicht er doch nur eine geringe Höhe, etwa 25 Fuss, und ähnlich verhält sich der immergrüne Zizyphus (*Z. vulgaris*). Nach seiner klimatischen Stellung ist auch der Hülsenstrauch des westlichen Europas (*Ilex aquifolium*) dem Lorbeer verwandt, und da dieses Gewächs im Süden nicht selten zum Baume sich entwickelt und dann seine Blätter den gebogenen Rand und die Dornen verlieren, trägt es in dieser veränderten Bildung des Laubes ebenfalls das vollkommene Gepräge der Lorbeerform. Am Athos steigen diese Hülsenbäume im Walde zerstreut bis 3000 Fuss an. Der Lorbeer, von dem daselbst in früherer Zeit schöne Bäume gesehen wurden, geht zwar auch über die immergrüne Region hinaus, aber nur bis 2000 Fuss. Diesem klimatischen Verhältniss entspricht es, dass seine Verbreitung das westliche Frankreich umfasst, während der Hülsenstrauch bis zur Ostsee und am atlantischen Meere bis Norwegen hinaufsteigt. Beide Gewächse werden nur im Süden zu Bäumen, in höheren Breiten sind sie strauchartig. Endlich gehört zur Lorbeerform noch eine zweite Laurinee (*Persea indica*), die in Portugal vorkommt, aber erst von den atlantischen Archipelen dahin verpflanzt zu sein scheint.

Die immergrünen Eichen sind die einzigen, der Lorbeerform sich anschliessenden Laubholzbäume, welche in der warmen Küstenregion zu selbständigen Wäldern sich vereinigen. Ausserhalb des Bereichs der Mediterranflora und des spanischen Tafellandes finden sie sich nur vereinzelt, und so werden sie auch im westlichen Frankreich nur selten angetroffen. An den Eicheln ist zwar die Gattung, zu welcher sie gehören, leicht zu erkennen, aber nicht an den Blättern, da das gelappte Eichenlaub ihnen abgeht, welches nur solche Arten rein ausgebildet besitzen, die im Winter das Laub verlieren. Einen scheinbaren Uebergang bilden diejenigen Eichen, welche das gelappte Blatt erst im Frühlinge abwerfen (z. B. *Q. infectoria*). Hier aber erhält sich das Laub nur in saftleerem Zustande, es ist im Winter bereits abgestorben, während es bei den immergrünen Eichen zwar auch nicht viel länger als ein Jahr ausdauert, aber zur Zeit des Ausschlagens seine Thätigkeit erneuert und erst viel später abstirbt, nachdem die neuen Blätter längst völlig ausgebildet sind. Nur zwei Arten von immergrünen Eichen bewohnen das ganze Mittelmeergebiet, und beide sind kleinblätterig, die Steineiche (*Q. Ilex*) und die Coccuseiche (*Q. coccifera*). Das Laub der Steineiche hat ein mattes Grün und erscheint noch bleicher, weil die Unterseite des Blatts mit weisslicher Woll-

bekleidung bedeckt ist. Dieser Baum erreicht gewöhnlich nur eine geringe Höhe des Wuchses. Die Coccuseiche bildet zwar zuweilen hochstämmige Bäume, die den Eichen des Nordens an Umfang nichts nachgeben, aber leicht geht auch sie in niedrige Strauchformen über. Sie zeichnet sich durch ein glänzendes, tiefes Grün aus, das Laub ist zwar zierlich und mit feinen dornigen Spitzen am leicht gebogenen Rande geschmückt, aber wegen der geringen Grösse unbedeutend. Es giebt noch zehn bis zwölf andere Arten, die nur einzelne Abschnitte des Mediterrangebiets bewohnen, und unter denen die Korkeichen im Westen und die Vallonea oder Velani-Eiche im Osten die wichtigsten sind. Die periodische Erneuerung der Rinde, welche bei den Korkeichen auf die äusseren, elastischen Gewebschichten sich beschränkt, bei der Platane bis zum Baste eingreift und in einem dritten Falle (bei *Arbutus Andrachne*) noch eigenthümlicher sich wiederholt [56]), scheint zu dem trockenen Sommerklima in einer gewissen, nicht näher gekannten Beziehung zu stehen. Sollte vielleicht die lange Dauer der Vegetation oder die Unterbrechung derselben im Sommer das Wachsthum des Holzes verlangsamen und dadurch eine periodische Neubildung der Rinde, die den sich erweiternden Stammdurchmesser stets schützend zu umspannen hat, zulässig werden, während sonst die Entwickelung der Rinde stetig fortschreitet? Jedenfalls steht die Erscheinung mit der Gesammtorganisation der Bäume nur in einem losen Zusammenhang. Denn die ähnlichsten Arten können sich in ihrem Rindenwachsthum höchst verschieden verhalten. Die Korkeiche der Provence ist von der in denselben Waldungen mit ihr vereinten Steineiche nur an der Eichel und durch den Kork zu unterscheiden. Die Brauchbarkeit dieses Gewebes beruht auf der Dauer seiner Entwickelungsperiode. Bei den Korkbäumen nimmt es eine Reihe von Jahren fortwachsend an Dicke zu und erhält sich im organischen Zusammenhang, bis es mit einem Mal abgeworfen wird, nachdem an der Innenseite eine neue, dem inzwischen vergrösserten Stammdurchmesser angepasste Schicht sich gebildet hat. Diese Periode, deren Ende man beim Schälen der Rinde nicht abwartet, dauert bei den Korkeichen etwa 6 Jahre. Dass die Güte und der Werth des im Handel vorkommenden Korks von den verschiedenen Eichenarten abhängt, die ihn hervorbringen, ward erst durch neuere, systematische Vergleichungen ausgemittelt. Der beste Kork wird in der Gascogne gewonnen, wo eine Eiche zu diesem Zwecke eingeführt worden ist, die aus Portugal abzustammen scheint

(*Q. occidentalis*). Von kleinerem Wuchs ist der der Steineiche so ähnliche, viel allgemeiner angebaute Korkbaum (*Q. Suber*), dessen Heimath von Spanien und von der Provence bis Toskana reicht, und der auch in Dalmatien und Istrien einheimisch sein soll. Die Maremmen von Toskana und einige andere Gegenden besitzen dann noch eine Korkeiche von geringem Werth (*Q. pseudosuber*), deren eingekerbtes Blatt schon zu den gelappten Formen hinneigt. Bei der Velani-Eiche [*Q. Aegilops*] [57]) der beiden östlichen Halbinseln und Syriens, aus deren grossen Eichelbechern ein Farbstoff bereitet wird, wiederholt sich diese Blattbildung, und zwei verwandte, vielleicht die schönsten der immergrünen Arten (*Q. Libani* und *castaneifolia*), verbinden das Laub der Kastanie mit dem kräftigen Wuchs der Eichen des Nordens.

Fast der einzige Vertreter der Olivenform ist der Oelbaum (*Olea europaea*), dessen Bedeutung für die Physiognomie der Mediterranflora durch die Kultur erheblich erweitert worden ist. Man nimmt gewöhnlich an, dass der Baum aus dem Orient abstamme. Nach den biblischen Schriftstellern war er in Syrien, nach den griechischen auch in Kleinasien einheimisch. Von der wilden Spielart, die man in Griechenland Agroeleá nennt, darf man, da auch in den Pflanzungen die Wurzeltriebe in diese Form zurückschlagen [58]), nicht auf die ursprüngliche Heimath des Gewächses schliessen. Die mythologische Sage, dass die Olivenkultur erst nach Attika verpflanzt sei, lässt dem Zweifel Raum, ob man die Einführung des Baums aus der Fremde oder nur Veredelung und Gebrauch eines einheimischen Gewächses im Sinne hatte. Gegenwärtig ist die Olive nicht bloss in Anatolien, sondern auch an der europäischen Küste des ägäischen Meers sowohl in Baum- als in Strauchform einheimisch, aber sprachliche Gründe, die de Candolle anführt, scheinen darzuthun, dass auf den westlichen Halbinseln diese Frucht den ursprünglichen Bewohnern nicht bekannt war. Da ferner die lange Entwickelungsperiode des Oelbaums auf eine südliche Heimath hinweist, wo der Winter milde und von kurzer Dauer ist, dann aber im Orient auch die dürre Jahrszeit sich verlängert, so wären die günstigsten Verhältnisse in solchen Landschaften Syriens und der anatolischen Südküste gegeben, wo der Boden, durch fliessendes, wenn auch später versiegendes Wasser befeuchtet, das Fortwachsen über den Frühling hinaus gestatten würde, eine Betrachtung, die den Ueberlieferungen über die Herkunft des Baums zur Stütze dienen kann.

Wie nun fast alle diese immergrünen Baumformen so leicht in die Strauchgestalt übergehen und diese Abnahme der vegetativen Energie durch die Zerstörung der Wälder immer mehr gesteigert zu sein scheint, so ist die Oleander- und Myrtenform, die jene Bildungen in kleineren Verhältnissen nachahmt, auch in viel weiterem Umfange zur allgemeinen Bekleidung des der Kultur entzogenen Bodens eingetreten. Die Oleanderform begreift die grossblätterigen, immergrünen Laubsträucher, die der Myrte hat ein kleineres Blatt, und hier ersetzt die grössere Zahl, die gedrängtere Anordnung die verminderte Oberfläche des einzelnen Organs. Indessen wird die Myrtenform von der des Oleander auch gewöhnlich an Höhe des Wuchses übertroffen. Auf dem thonreichen Humusboden der Landzunge des Athos ist die immergrüne Region aus dicht verschlungenem Gesträuch gebildet, welches zuweilen eine Höhe von 15 Fuss erreicht[59]) und zum Theil aus Arbutus und anderen Gewächsen besteht, die der Oleanderform entsprechen. In den meisten Gegenden bleiben zwar die Maquis, wie die Formation der immergrünen Sträucher genannt wird, weit niedriger, so dass man, aufrecht stehend, auf weite Strecken über sie hinblicken kann, aber gegen die Gesträuche der Oleanderform verhalten sich doch die Myrtengebüsche an der adriatischen Küste wie Zwerggestalten. Es sind mehr als 20 verschiedene Sträucher, welche die Oleanderform in der Mediterranflora vertreten, und diese sind bei ähnlicher Belaubung in ihrer Blüthenbildung so ungleich, dass sie zu 15 verschiedenen Gattungen und diese zu 14 Familien gehören. Nur die Ericeen haben darunter zwei Gattungen, ausser Arbutus noch das pontische Rhododendron, in allen übrigen Fällen steht jede Gattung für sich allein und zählt meist nur eine oder zwei Arten. Die Cistusrosen allein treten in grösserer Mannigfaltigkeit auf, aber diese zeigen auch nur in zwei Arten das reine Oleanderblatt, die übrigen sind zwar auch immergrün, aber haben nicht dessen markig festes Gewebe und weichen auch durch die mattere Färbung des Laubes und durch die weiche, runzelige, behaarte Oberhaut desselben ab; nur selten sind sie grossblätterig, und einige gehören zur Erikenform. Nach dem verschiedenartigen Bau der Blüthen und Früchte sollte man bei den immergrünen Sträuchern auch ungleiche Lebensbedingungen erwarten, aber gerade hier haben wir ein auffallendes Beispiel, wie die klimatische Stellung der Pflanzen zunächst von der vegetativen Entwickelung abhängt, wodurch eben die Eintheilung der Pflanzen nach den Vegetationsorganen für geographische

Zwecke ihre wissenschaftliche Berechtigung erhält. Fast alle jene Sträucher blühen ziemlich gleichzeitig im Frühling, sie wachsen gesellschaftlich unter einander, und die meisten sind durch das ganze Gebiet verbreitet. Ich zähle nur vier Sträucher, die auf die östlichen Halbinseln beschränkt sind, aber eine wichtigere Ausnahme finden wir in Spanien, wo die Vegetation der Cisten ungemein bevorzugt ist. Das Wohngebiet der einzelnen Arten dieser Gattung ist nicht durch den ungleichen Bau der Blätter geregelt. Alle Bildungen des Laubes, welche hier möglich sind, kommen in Spanien vor. Unter den Cisten, die das ganze Mittelmeergebiet bewohnen, ist eine der beiden Arten enthalten, welche die Oleanderform vertreten (*Cistus laurifolius*), während die drei anderen klein- und weichblätterig sind. In Spanien einheimisch und höchstens von hier nach dem südlichen Frankreich und Algerien verbreitet sind etwa dreimal so viel Arten als in den übrigen Theilen des Gebiets. Aber nicht bloss deshalb bilden die Cisten einen Hauptcharakter der spanischen Flora, sondern auch, weil sie auf dieser Halbinsel in viel grösseren Massen gesellig verbunden auftreten, so dass die Physiognomie der Landschaft in vielen Gegenden des Tafellandes durch sie bestimmt wird. Auf der Sierra Morena, die Spanien der ganzen Breite nach von Murcia bis Algarvien durchzieht und durch eine zusammenhängende, grüne, frische Vegetation von Holzgewächsen bekleidet wird, ist ein Cistus der Oleanderform (*C. ladaniferus*) so sehr vorherrschend, dass »häufig ganze Quadratmeilen ausschliesslich von ihm bedeckt sind«[60]. Die Cisten gleichen, wenn sie in den Frühlingsmonaten in Blüthe stehen, den einfachen weissen oder rothen Rosen und sind oft noch reicher als diese mit Blumen beladen. In dem Bau der Blüthe stimmen sie fast ganz mit einer anderen Gattung von Stauden oder Halbsträuchern (*Helianthemum*) überein, die in Spanien noch weit zahlreichere endemische Arten zählt. Die Familie der Cistineen ist also in mehrfachem Sinne für die spanischen Vegetationscentren bezeichnend, und doch findet sich in ihrem Bau nichts, was man auf das spanische Klima beziehen könnte. Es liesse sich freilich vermuthen, dass die starken Ausschwitzungen von Harz, welche die Knospen und andere Organe bei dem Cistus der Sierra Morena bedecken, dem kälteren Winter des Hochlandes entsprächen, aber gerade diese Art findet sich auch in Südfrankreich und Nordafrika. Die Cisten liefern uns vielmehr ein deutliches Beispiel von dem allgemeinen Gesetze, dass der Bau der Blüthen und Früchte, auf dem das System der Pflanzen

beruht, von den Vegetationscentren beeinflusst ward, wo sie entstanden sind, und dass dagegen die Bildungsweise der vegetativen Organe viel bestimmter von dem Klima abhängt, wo sie leben sollen. So weist in dem Organismus dasjenige, was zur Erhaltung der Arten dient, auf die unbekannten Bedingungen ihres Ursprungs. Was der Entwickelung und dem Wachsthum des Individuums angehört, steht in einem deutlichen Zusammenhange mit den Kräften der unorganischen Natur, die auf dasselbe dauernd einwirken, und diese Beziehungen sind daher unserer Forschung näher gerückt als die ersteren. Was könnte die abgesonderte Bedeutung des Lebens und seiner Fortpflanzung von einer Generation zur anderen besser ins Licht stellen, als wenn wir sehen, dass das Oleanderblatt in so vielen Familien der Mediterranflora sich wiederholt und so wenig von seinem einfachen Bildungsplane abzuweichen pflegt? Wenn dieses Gesträuch mit seiner bunten Blüthenfülle den Frühling des Südens verschönert, werden wir darauf hingewiesen, dass alle diese mannigfaltigen Organisationen unter gleichen Bedingungen auch denselben Entwickelungsgang einschlagen. Wenn dagegen der Oleander selbst (*Nerium*) in Norditalien erst im Sommer und bis zum Herbste hin seine rothen Blumensträusse treibt, erkennen wir die Ursache dieser Verschiedenheit darin, dass das Gewächs das Ufer der Thalgründe aufsucht, wo ihm auch in der trockenen Jahrszeit fliessendes Wasser leichter zu Gebote steht.

Ueberblicken wir nun die Reihe der übrigen immergrünen Strauchformen, welche die Maquis zusammensetzen, so zeigt sich eine allmälig fortschreitende Verminderung der Blattgrösse, bis die Blätter zuletzt ganz verschwinden oder sich zu dornigen Organen umbilden. Auf das Myrtenblatt folgt die Blattnadel der Eriken, auf der Unterdrückung oder Umbildung des Laubes beruht die Unterscheidung der Spartiumform und der Dornsträucher. Diese Veränderungen sind fast allen trockenen Klimaten der Erde gemeinsam, und es soll hier zunächst nur im Allgemeinen bemerkt werden, dass der Zweck, die Verdunstung des Safts zu beschränken, durch verminderte Grösse der Oberfläche ebenso gut erreicht wird wie durch die Verstärkung der Oberhaut. Auf das Einzelne dieses Verhältnisses einzugehen, wird sowohl hier, als bei anderen Klimaten, je nachdem sich zur Erläuterung besonders geeignete Organisationen darbieten, Anlass genug sein. Die Myrtenform ist in der Mediterranflora durch beinahe 30 Arten vertreten, von denen jedoch mehr als

die Hälfte aus Thymelaeen besteht, die meistens nur eine beschränkte Verbreitung haben. Dazu kommen noch gewisse Arten, die als Mittelstufen zwischen der Blattform des Oleanders und der Myrte bezeichnet werden können. So zeigt sich die Mannigfaltigkeit der Sträucher mit ausdauernden Lauborganen in einer Reihe von etwa 60 Arten, in welcher das elliptische Blatt mit schmaleren Flächen wechselt, aber doch nur einen engen Kreis von Bildungsverschiedenheiten umschliesst. Fast immer sind die Zweige stark belaubt, die Blätter ungetheilt, nur in einem Falle die kleinen Flächen zu gefiederter Anordnung verbunden (*Pistacia Lentiscus*). Zu der Myrtenform gehören, wenn man den zuletzt genannten Strauch einschliesst, 10 Gattungen, die unter 9 verschiedene Familien sich vertheilen. Etwa die Hälfte der Arten ist über das ganze Gebiet verbreitet, aber nur wenige treten in grossen Massen gesellig oder mit anderen Sträuchern verbunden auf, namentlich die Myrte selbst (*Myrtus communis*), zwei Oleineen (*Phillyrea*) und der Mastixstrauch (*Pistacia Lentiscus*). Gerade wie bei der Oleanderform bewohnen einige im Süden einheimische Arten auch das westliche Seeklima bis zu ungleichen Polargrenzen (*Osyris, Buxus, Ruscus*). In das entgegengesetzte Steppenklima des südlichen Russlands verbreitet sich eine der Thymelaeen (*Daphne oleoides*), während von der Oleanderform kein Beispiel dieser Art bekannt ist. Das kleinere Myrtenblatt kann sich sowohl der verkürzten Vegetationszeit der Steppe anbequemen, als in den milden Wintern des Westens ausdauern, wogegen das der Oleanderform wegen seiner langen Vegetationszeit das kontinentale Klima Russlands meidet.

Die Erikenform erreicht, sofern sie durch die Eriken selbst vertreten ist, im Mittelmeergebiet eine weit ansehnlichere Höhe des Wachsthums als bei uns. Schon die Heiden der Gascogne bestanden aus weit grösseren Sträuchern als die der baltischen Ebene, aber sie werden durch die Baumheide des Südens (*Erica arborea*) bedeutend übertroffen. Diese gleicht in ihrem Wuchse der Oleanderform [59]) mit der sie häufig gemischt wächst, indem sie, wie diese, je nach der Beschaffenheit der Erdkrume bald zur Höhe des reichbelaubten Arbutus heranwächst, bald auf steinigem Boden zu geringen Dimensionen zusammenschrumpft. Wiewohl sie gleichzeitig mit den übrigen immergrünen Sträuchern ihre überaus reichblüthigen Rispen entfaltet, hat sie doch eine kürzere Vegetationszeit, weil die Blattnadel sich rascher erneuert als die grösseren Laubblätter. Dies

kann man daraus schliessen, dass die Baumheide höher in das Gebirge ansteigt. Am bithynischen Olymp findet sie sich bis zum Niveau von 2500 Fuss. Diesem Verhältniss entspricht es, dass die Eriken in dem nordwestlichen Europa höher hinaufgehen als die immergrünen Laubsträucher. Aber diese Beziehungen sind nicht durchgreifend. Unter der Erikenform des Mittelmeergebiets sind andere Sträucher begriffen, die dem Süden ganz eigenthümlich sind, und dazu gehört auch die Baumheide selbst. Die Mehrzahl besteht überhaupt aus Gewächsen von beschränkter Verbreitung, und, da in der Organisation sich nichts erkennen lässt, was ihre klimatische Sphäre innerhalb des Gebiets beschränkte, so könnte man annehmen, dass sie ungeachtet ihres geselligen Wachsthums doch nur geringe Kräfte zur Wanderung besitzen. Wie die Eriken des Kaplandes sich nur wenig von der Küste entfernen, so sind unter 17 kleinblätterigen Ericeen, die in Südeuropa vorkommen, nur zwei von Spanien bis zu den östlichen Halbinseln verbreitet. Die meisten Eriken (12) finden sich nur in Portugal und Spanien, aber viel merkwürdiger ist es, dass die Mehrzahl derselben (8) von hier aus längs der atlantischen Küste nach dem westlichen Frankreich, den britischen Inseln, eine sogar (*Erica cineria*) bis Norwegen vordringt. Ist nun, wie früher angedeutet wurde, die grössere Feuchtigkeit oder sind andere Momente des atlantischen Klimas die Ursache dieses Verhältnisses, und sollten dieselben Bedingungen am mittelländischen Meere weiter ostwärts nicht erfüllt werden? Oder werden die winzigen Samen dieser Gewächse leichter durch Meeresströmungen als durch die Luft von Küste zu Küste geführt? Ihre Verbreitung vom nördlichen Spanien nach der Gascogne, nach Irland und Bergens-Stift in Norwegen entspricht allerdings der gewundenen Bahn des Golfstroms, aber auf der anderen Seite kann das Vorkommen der Baumheide auf Madeira und den kanarischen Inseln durch den Passatwind, nicht aber durch Meeresströmungen erklärt werden. Die spanisch-portugiesische Heimath der meisten europäischen Eriken ergiebt sich nicht bloss daraus, dass mehrere endemische Arten diese Halbinsel bewohnen, sondern dass das Nadelblatt der Erikenform hier überhaupt häufiger als anderswo auftritt. Ich zähle 37 Sträucher im Mittelmeergebiet, bei denen dies der Fall ist, und von diesen bewohnen 23 den Westen ausschliesslich, manche Spanien allein, wogegen nur 10 dem ganzen Gebiet angehören und 4 auf die östlichen Meridiane beschränkt sind. Alle diese Sträucher vertheilen sich unter 12 Gattungen und 9 Fami-

lien, von denen Spanien 7 Gattungen in ebensoviel Familien besitzt. Die grösseren Gattungen (*Erica*, *Frankenia*, *Cistus*) zählen in Spanien die meisten Arten. Es fiel mir auf, dass die Eriken des Westens grossentheils so spät im Jahre blühen, die Baumheide dagegen im Frühling. In der Gascogne fällt die Blüthezeit der meisten Eriken in den Herbst, bei einigen in den Winter[61]). Sollte man daraus nicht schliessen dürfen, dass nur das atlantische Klima einer so langen Vegetationsperiode genügen kann? Allein dabei bliebe doch auch Manches unerklärt. Die Dauer der Entwickelungszeit ist länger an der Bay von Biscaya als in Portugal, wo die Sommerdürre sie in der Küstenregion unterbricht und also auch die Eriken, die beiden Gegenden gemeinsam sind, sich wahrscheinlich verschieden verhalten werden. Ferner steigen die beiden Eriken der baltischen Ebene, die bei uns doch auch erst im Spätsommer zu blühen anfangen, hoch in die alpine Region der Alpen und Pyrenäen, wo sie genöthigt sind, ihre Entwickelungsperiode bedeutend zu verkürzen. Es bleibt also auch bei der Erikenform, wie bei den Cisten, vorläufig nichts übrig, als anzuerkennen, dass sie den spanischen Vegetationscentren in grösserer Mannigfaltigkeit entsprossen sind, ohne dass eine bestimmte klimatische Ursache dieses Verhältnisses bekannt wäre, obgleich es thatsächlich festzustehen scheint, dass die bis zum Herbst die Befruchtung verzögernden Eriken sich von ihrer Heimath ostwärts nicht entfernt haben, denen hingegen, die schon im Frühling blühen, kein Hinderniss im Wege stand. Aber auch darin steht die Erikenform mit den spanischen Cisten in gleicher Linie, dass sie hier in weit grösserem Maassstabe gesellig auftreten, und zwar nicht bloss die Eriken selbst, sondern auch andere Sträucher mit ähnlichen Vegetationsorganen (z. B. *Rosmarinus*).

Die Spartiumform, welche die blattlosen Sträucher zusammenfasst, hat von einem südeuropäischen Gewächs (*Spartium junceum*) ihren Namen, dessen lange, grüne Ruthen sich unter das Gebüsch der Maquis drängen und gegen das Ende des Frühlings mit grossen, gelben Schmetterlingsblumen prangen. Kommen an diesem Strauch auch in gewisser Jahrszeit einzelne Blätter von geringer Grösse vor, so haben dieselben doch keine beachtenswerthe physiologische Bedeutung. Hier muss vielmehr das Gewebe dünner, cylindrischer Zweige die Thätigkeit der Blätter ersetzen. Durch die beschränkte Oberfläche wird der Saftumtrieb verlangsamt, da die Verdunstung es ist, wodurch die Wassercirculation in den Pflanzen ebenso sehr wie

durch die Saugkraft der Wurzeln geregelt wird. Die Zahl der Spaltöffnungen, durch welche sowohl die Entbindung des Wasserdampfs als auch überhaupt der Austausch der atmosphärischen Gase mit den Säften stattfindet, ist in der cylindrischen Oberhaut weit geringer als auf einer ebenen Blattfläche. Mit der eingeschränkten Verdunstung ist also auch zugleich eine langsamere Ernährung verbunden, zu welcher, so lange das Tageslicht die grünen Organe beleuchtet, die atmosphärische Kohlensäure das wichtigste Material liefert. Aber die Bedingungen sind in beiden Fällen doch nicht dieselben. Die Verdunstung wird durch die Wärme und Trockenheit des Klimas beschleunigt, die Aufnahme der Kohlensäure ist nur vom Lichte abhängig, dessen Wirkungen in verschiedenen Klimaten sich nicht zu ändern scheinen. Der sonnige oder beschattete Standort ist oft für das Gedeihen einer Pflanze entscheidend, die wechselnde Tageslänge verschiedener Breiten wird vielleicht durch die von der Höhe des Sonnenstandes bedingte Intensität des Lichts ausgeglichen. Wir finden die Spartiumform in der Mediterranflora nur durch wenige, allgemein verbreitete Sträucher vertreten, aber im Westen und namentlich in Spanien und Nordafrika tritt sie in grösserer Mannigfaltigkeit auf und geht hier durch viele Mittelstufen in andere Strauchformen über. In Spanien führt sie auch einen besonderen, aus dem Arabischen stammenden Namen (Retam), den man vielleicht dem von uns gewählten vorziehen könnte, um diese blattlosen Sträucher zusammenzufassen. Den weissblüthigen Retam Andalusiens (*Retama monosperma*) beschreibt Willkomm als »einen mannshohen Strauch mit armesdicken Stämmen, deren aufwärts strebende Aeste sich in grosse Büschel ruthenförmiger, silbergrauer, seidenglänzender Zweige von der Dicke eines Gänsekiels auflösen, welche wie bei der Trauerbirke herabhängen und im Februar dichte Trauben wohlriechender Blüthen entfalten.« Durch so auffallende Gestaltungen hervorragend, bildet demnach die Spartiumform mit den Cisten und Eriken eine dritte Eigenthümlichkeit der westlichen Schöpfungscentren. Die klimatische Gliederung der spanischen Halbinsel ist auf die Vertheilung dieser Sträucher nicht ohne Einfluss. Man darf wohl behaupten, dass die Cisten auf dem Tafellande des Innern am häufigsten sind. Die Eriken überwiegen dagegen in Portugal, die Spartiumform zählt die meisten Arten in dem heissen Klima Andalusiens. Da diese blattlosen Sträucher grösstentheils Leguminosen aus der Gruppe der Genisteen sind und noch viele andere Genisteen, die man sämmtlich

Ginstergesträuche zu nennen pflegt, das südliche Tiefland Spaniens bewohnen, so könnte man auch in der Vertheilung der Spartiumform nur eine Eigenthümlichkeit dieser Gegenden erblicken, die, ursprünglich gegeben, sich nicht weiter erklären lasse. Wie aber die Eriken sich an den atlantischen Küsten Europas anhäufen, so weisen die blattlosen Sträucher von dem trockeneren Klima Granadas auf die Sahara, wo sie in grösserer Mannigfaltigkeit des Blüthenbaus auftreten und noch viel weniger befeuchtet werden. Stellen wir die Eriken mit ihren reichen, gedrängten Blattnadeln den nackten Zweigruthen des Spartium gegenüber, so ist einleuchtend, dass die ersteren an Zellenbildungen und Wachsthumsprocessen, mit einem Wort an Arbeit im Verlauf einer Vegetationsperiode viel mehr zu leisten haben als diese. In beiden Fällen kann die Periode gleich lang sein, aber in dem feuchteren, atlantischen Klima ist der Saftumtrieb verhältnissmässig lebhafter, die Zufuhr von Nahrungsstoffen aus dem Erdboden grösser, die Stetigkeit des Wachsthums nothwendiger. Je trockener das Klima wird, desto mehr vereinfacht sich daher die Organisation. Nicht in den Blüthen, aber in den Vegetationsorganen tritt diese Vereinfachung des Bildungsganges ein, und vielleicht liegt auch darin der Grund, dass die Spartiumform leichter die Entwickelungsperiode verkürzen kann als dies bei den Eriken der Fall ist. Von dem geringeren Umfange der Leistungen des Wachsthums wäre es dann auch abzuleiten, dass die nordischen Eriken von den südlichen im gleichen Sinne abweichen, die Calluna, weil ihre Blattnadeln viel kleiner sind, die Glockenheide (*Erica Tetralix*), weil sie weit niedriger bleibt und daher wenig Holz zu bilden hat. Allein doch erreichen sie die Einfachheit der blattlosen Sträucher nicht und treten daher nicht, wie diese, in das Steppen- und Wüstenklima ein, wo die Bedingungen des Wachsthums noch viel ungünstiger sind als im feuchten Gebirge. Es ist schwer, die Spartiumform des Mittelmeergebiets anderen Sträuchern gegenüber sicher abzugrenzen, weil die Blattbildung der Genisteen in allmäligen Uebergängen von den belaubten zu den nackten Arten schwindet, dann aber auch die letzteren, wenn sie stechende Zweige entwickeln, mit den Dornsträuchern verbunden sind. Fasse ich alle diejenigen zusammen, bei denen die Funktionen des Laubes mehr oder minder vollständig auf die grünen Zweige übergehen, indem die Blätter entweder ganz fehlen oder nur kurze Zeit vorhanden sind, so zähle ich in meiner Sammlung über 40 Arten (44), unter denen aber fast die Hälfte (20)

dornig ist. Sehr ungleich vertheilen sie sich in den beiden Familien der Leguminosen (39) und Gnetaceen (*Ephedra*). Die ersteren gehören mit einer einzigen Ausnahme (*Coronilla juncea*) zu den Genisteen, aber die Zahl der Gattungen, von denen ich 8 unterscheide, steht nicht fest, da die Ansichten der Systematiker über deren Umfang getheilt sind. Ohne feinere Unterschiede im Bau der Blüthen und Früchte zu beachten, lassen sich diese Genisteengattungen nicht unterscheiden, und nur in einem Falle (*Pterospartum*) nehmen die Zweige eine flache, blattähnliche Gestalt an und ersetzen hier also allein das fehlende Laub in vollem Umfange. Unter den blattlosen Genisteen, die keine Dornen tragen, finden sich nur zwei Arten durch das ganze Mittelmeergebiet oder doch den grössten Theil desselben verbreitet, und beide überschreiten auch in gewissen Richtungen dessen Grenze, die eine (*Spartium junceum*) im Rhone-Thal, wo sie bis Lyon hinaufgeht, und angeblich auch in Armenien, die andere (*Syspone radiata*) in den wärmeren Alpenthälern und im Banat. Anders verhalten sich die dornigen Formen, die fast sämmtlich auf den Westen beschränkt sind, und von denen zwei Arten (*Ulex*) gleich der Erikenform längs der atlantischen Küste sich bis hoch in den Norden der britischen Inseln verbreiten. Die Gattung Ephedra, die durch die Gliederung ihrer steifen, blattlosen Zweige sich auszeichnet, und deren festeres Gewebe dem kälteren Winter des kontinentalen Klimas widersteht, ist geographisch den Genisteen gerade entgegengesetzt: ihr Centrum berührt das Steppengebiet, aber zwei Arten reichen doch bis nach Spanien, und eine dritte ist sogar dem Westen eigenthümlich. Fassen wir endlich die Thatsachen zusammen, so ergiebt sich innerhalb des Mittelmeergebiets doch nur für 5 Sträucher der Spartiumform ein ausgedehnter Verbreitungsbezirk, einige (3) gehören dem Osten, andere (3) den Inseln Sicilien und Sardinien an, alle übrigen (33) sind auf den Westen beschränkt und die meisten überschreiten kaum die spanische Halbinsel oder Nordafrika. Von diesen zahlreichen spanischen Genisteen dringt indessen eine Art über die Grenzen der Mediterranflora in Frankreich vor (*Sarothamnus purgans* bis zur Loire).

Die Dornsträucher nehmen im Mittelmeergebiet eine verschiedene geographische Stellung ein, je nachdem sie zu den Genisteen oder anderen Gruppen gehören. Die ersteren sind häufiger im Westen, die übrigen auf den östlichen Halbinseln. Ich rechne indessen zu dieser Pflanzenform nur solche Gewächse, bei denen die

Bildung stechender Organe auf Kosten der Belaubung erfolgt. Denn nur diesen kommt eine bestimmte klimatische Beziehung zu, wodurch sie sich der Spartiumform unmittelbar anschliessen. Ob die Blätter minder zahlreich werden, weil an den Zweigen die Endknospe verkümmert und sich in einen Dorn verwandelt, oder ob ihre Grösse verringert ist, weil gewisse Theile ihres Gewebes sich nicht ausbilden und zu stechenden Spitzen verholzen, ist hiebei gleichgültig. In beiden Fällen ist die verdunstende Oberfläche des ganzen Gewächses kleiner als sie ohne die Dornen sein würde, und dadurch der Organismus einem trockeneren Klima angepasst. Wenn aber eine Pflanze reichlich belaubt ist und doch an dem Rande des Blatts, wie der Hülsenstrauch (*Ilex*), Dornen trägt, oder die Nebenblätter zu solchen Gebilden umformt (z. B. *Paliurus*), oder endlich nur oberflächliche Stacheln aus der Oberhaut entwickelt, wie die Rose, kann von solchen klimatischen Bedingungen nicht die Rede sein. An Uebergängen, wo die Bedeutung der Organe zweifelhaft wird, fehlt es bei dieser Auffassung freilich ebenso wenig, wie bei irgend einer anderen physiologischen Eintheilung der vegetativen Gebilde. So sind die Dornsträucher mit allen übrigen Strauchformen verknüpft, und aus den einfacheren, den typischen Fällen, ist das Gesetz abzuleiten, welches den Pflanzen den geeigneten Wohnort gab. Zwischen den immergrünen Dornsträuchern der Spartiumform und den dornigen Genisteen, welche Blätter besitzen, ist kaum eine Grenze zu ziehen möglich. Zuweilen ist das Laub sogar zusammengesetzt und kann doch sehr vergänglich sein (*Calycotome*). Hier bleiben die Zweige oft lange grün und übernehmen die Blattfunktion, die lange Vegetationsperiode des Westens ist ihnen gemäss, wenn auch nicht für alle Arten. Die meisten anderen Dornsträucher hingegen sind nicht so gebaut, dass die Axentheile zur Ernährung beitragen können. Die Stengelglieder bleiben kurz und verholzen rasch, die Höhe des Wuchses ist geringer. Dies ist die Form der Dornsträucher, welche erst im Steppenklima zur grössten Mannigfaltigkeit gelangt, und die von hier in die Küstenlandschaften der östlichen Halbinseln hinabsteigt. Wir werden sie in der Folge näher zu betrachten haben, aber schon hier ist ein Verhältniss zu erwähnen, woraus ihre klimatische Stellung hervorgeht. Durch keine Pflanzenform wird das persisch-anatolische Hochland bestimmter charakterisirt als durch die Traganthsträucher (*Astragalus sect. Tragacantha*), deren gedrängte, zierliche Fiederblätter in Dornen auslaufen, und deren Stämme,

nachdem die Blättchen abgefallen, durch die stechenden Blattstiele, die sich dauernd erhalten, noch viel stärker bewaffnet sind. Diese Strauchform nun bewohnt nicht bloss die Küsten Thraciens und Macedoniens (*A. thracicus*), sondern auch die höchsten und entlegensten Berge des ganzen Mittelmeergebiets, vom Athos und vom Ida in Kreta bis zum Aetna und zur Sierra Nevada, ja sogar bis zur südlichen Alpenkette (*A. aristatus*). Fast alle diese Traganthsträucher im Westen und Süden des Mittelmeergebiets wachsen auf alpinen Gebirgshöhen. Welche klimatische Verwandtschaft besteht nun zwischen dem Steppenklima Vorderasiens und dem Aetna? Gemeinsam ist die Kürze der Vegetationszeit, es ist ein ähnliches Verhältniss wie dasjenige, welches die alpine Region mit der arktischen Flora und in einigen Fällen auch mit der der russischen Ebene verbindet. Die Verkürzung der Stengelglieder, die wir bei den Traganthsträuchern finden, ist das Gegentheil von den langgestreckten Ruthen des Spartium, sie ist ein Ausdruck für verkürzte Entwickelungsperioden, wo die Blätter möglichst rasch sich entfalten müssen, um Zeit für ihre Thätigkeit zu gewinnen. Dieser Bau wiederholt sich auch bei anderen Dornsträuchern, deren Heimath im Osten liegt (z. B. *Acantholimon*, *Poterium spinosum*). Wo der Winter neben der trockenen Jahrszeit das Pflanzenleben einschränkt, treten solche Bedingungen ein. Deshalb steigen die Traganthgebüsche in der Nähe der Steppengrenze bis zur Küste Thraciens hinab, bewohnen in Griechenland niedrigere Höhen als weiter westwärts, und sind in Spanien gleichfalls nicht bloss in der alpinen Region, sondern auch in den tieferen Plateaulandschaften vertreten (*A. Clusii*). Nur eine Art fügt sich diesem Verhältniss nicht, indem sie, dem Westen eigenthümlich, noch an der Küste der Provence angetroffen wird (*A. massiliensis*). Die orientalischen Dornsträucher bieten nun aber ausser ihrer kürzeren Entwickelungszeit noch ein anderes klimatisches Moment dar, indem sie eben wegen ihrer Dornen der Dürre zu widerstehen geeignet sind. Auch in dieser Beziehung finden sie, wie wir weiter unten sehen werden, in der alpinen Region Südeuropas ähnliche Bedingungen wieder wie in den Steppenlandschaften, und sind daher von den feuchteren Gegenden der nördlichen Alpenketten ausgeschlossen. An Mannigfaltigkeit der Arten stehen die Dornsträucher im Mittelmeergebiet der Steppenflora bei Weitem nach, namentlich wenn man die Genisteen und andere Uebergangsformen nicht berücksichtigt. Im Ganzen zähle ich etwa 30 entschieden

hieher zu ziehende Arten, die zu 13 Gattungen und 8 Familien gehören.

Kehren wir nun, nachdem wir das immergrüne Laubblatt bis zu den Strauchformen begleitet haben, wo es sich verliert, zu den übrigen Bestandtheilen der südeuropäischen Wälder zurück, so erscheint uns dieses Gebiet wie geschaffen, die nördlichen Zonen mit den Tropen zu verknüpfen. Denn das Klima hindert weder die Baumformen des Nordens, in dasselbe einzutreten, noch versagt es sich durchaus gewissen tropischen Erzeugnissen. Wie dies schon bei den Agrumen Indiens sich zeigte, so ist es auch durch die Mimoseenform und die Palme Afrikas angedeutet. Was aber die Baumformen Nordeuropas betrifft, so ist ein doppeltes Verhältniss zu unterscheiden, indem theils dieselben Arten und diese gewöhnlich nur in den Bergregionen wiederkehren, theils neue Vertreter derselben, die des milderen Winters bedürfen, an den warmen Küsten, andere ebenfalls im Gebirge ihre Heimath haben.

Mit dem immergrünen Fiederblatt der tropischen Tamarindenform stimmt die Karube (*Ceratonia*) überein, durch das feste Gewebe ihres glänzenden Laubes bildet sie den Uebergang zum Lorbeer und ist ein Monotyp der immergrünen Region, dessen süsses, in einer Hülse eingeschlossenes Fruchtfleisch dem Baum eine eigenthümliche Stellung unter den Nahrungspflanzen anweist. Die zarten Bildungen mehrfach zusammengesetzten Laubes, die der Mimoseenform angehören und im tropischen Afrika so gewöhnlich sind, kommen nur in den östlichen, asiatischen Landschaften vor, wo sie von Aegypten aus an der syrischen Küste sich zeigen und sporadisch ziemlich weit nach Norden gehen, indem ihre Polargrenze am Bosporus und am kaspischen Meere liegt (z. B. *Albizzia Julibrissin*). Dies ist also eine der Pflanzenformen, wodurch die Beziehungen zwischen dem Klima des tropischen Afrikas und der an die Steppen grenzenden Theile des Gebiets ausgedrückt sind. Allgemein sind nur Bäume mit einfach gefiedertem Laube, die sich an die Eschenform des Nordens anschliessen und, wie diese, ihr Laub im Winter abwerfen. Dahin gehören die Pistacien und die südeuropäischen Eschen, welche die immergrüne Region bewohnen oder doch nur wenig überschreiten. Die Mannaesche (*Fraxinus Ornus*), die häufigste, ist nur ein unansehnlicher Baum und bleibt in Rumelien strauchartig. Hochstämmige Bäume bildet zuweilen die Terebinthen-Pistacie (*Pistacia Terebinthus*),

aber gewöhnlich kommen weder die Pistacien, noch die Eschen dem schönen Wuchs der Karube gleich.

Die Buchenform ist eine viel bedeutendere Erscheinung. In den Gebirgen fast durch alle Laubhölzer des nördlichen Europas vertreten, bildet sie an den unteren Gehängen zunächst den Gürtel der Kastanienwälder. Bevor man, von den südlichen Alpen oder von anderen Berglandschaften herabsteigend, in die Mediterranflora eintritt, wird man durch die Kastanie (*Castanea*) auf die immergrünen Formen vorbereitet. Das festere Gewebe, das lebhafte Grün des feingezackten Blattes gleicht schon ihrer derberen Organisation und deutet eine verlängerte Vegetationsperiode an, während die Buchen und ähnliche Bäume nördlicher Klimate mit ihrem zarteren, biegsamen Laube auf die höher gelegenen Gebirgsregionen beschränkt sind. Den Gürtel des Kastanienwaldes findet man von den Alpen bis Sicilien, von der Sierra Nevada bis zum Pontus wieder, auf den meisten südeuropäischen Gebirgen an der oberen Grenze der immergrünen Region bald lichte Bestände bildend, bald ein schönes, zusammenhängendes Laubdach über hochwüchsigen Stämmen ausbreitend. Es ist der erste Eindruck, den der Wanderer von den reicheren Formen der südlichen Natur empfängt. Aber nachdem nun die Buchen und andere Gewächse des Nordens aus seinem Gesichtskreise längst verschwunden sind, begleitet ihn noch das deutsche Eichenlaub nicht bloss durch den Gürtel der Kastanienwälder (*Quercus Cerris*), sondern auch in die immergrüne Küstenlandschaft, und dasselbe gilt auch von der gewohnten Erscheinung der Ulmen und Pappeln. Hier zeigt sich, dass zwar die südlichen Pflanzenformen das mitteleuropäische Klima nicht ertragen, dass aber durch die veränderten Einwirkungen des Südens nicht alle Erzeugnisse höherer Breiten in gleichem Grade gefährdet sind. Die Eichen, die im Winter ihr Laub verlieren, leiden zwar in ihrem Wuchs, oft gehen sie in niedere Strauchformen über, aber sie widerstehen doch der Dürre des Sommers. Den häufigsten Arten (*Q. pubescens* u. *Q. Toza*) ist durch die Behaarung der Blätter einiger Schutz verliehen. Es fehlt jedoch auch an Eichen mit glattem Laube nicht, und es ist ungeachtet der Schwierigkeit, die nahe stehenden Arten sicher zu begrenzen, doch unzweifelhaft, dass eine derselben mit derjenigen, die im Norden gestielte Eicheln trägt (*Q. pedunculata*), identisch sei. Hier darf man wohl annehmen, dass ihre späte Belaubung, von der früher die Rede war, ihr zum Hülfsmittel dient, sich durch die regenlose Jahrs-

zeit zu erhalten, in welche sie gerade dann eintritt, wenn die höchste Energie ihrer Vegetation erreicht ist. Mögen dann auch ihre Blätter welk und verstäubt erscheinen, sie gehen nicht zu Grunde und erholen sich wieder unter dem Einflusse des Herbstregens. Eine ähnliche, dem Osten eigenthümliche Art (*Q. infectoria*) nähert sich durch ihr zäheres Laubgewebe schon den immergrünen Formen, indem sie ihre alten Blätter erst im folgenden Frühlinge abwirft, während das neue Laub sich entfaltet. Wenn durch die Eichen mit periodischer Entlaubung die klimatischen Momente ausgedrückt sind, die Mittel- und Südeuropa gemeinsam angehören, so zeigen mehrere Kulturbäume, die der Buche in ihrer Blattbildung mehr oder minder ähnlich sind, dass auch der Süden eigenthümliche Erzeugnisse aus dieser und den verwandten Bildungsreihen besitzt. Dahin gehören der Mandelbaum, der Granatbaum und die beiden Maulbeerbäume (*Amygdalus communis*, *Punica granatum*, *Morus alba* und *nigra*). Die Herkunft von Gewächsen, die so werthvoll sind wie diese, lässt sich selten sicher bestimmen. Die Untersuchungen über ihre ursprüngliche Heimath haben indessen gelehrt, dass die genannten Bäume sämmtlich schon im griechischen Alterthume bekannt waren, und dass sie noch jetzt theils im Orient, theils in Nordafrika als einheimische Gewächse betrachtet werden, also in Abschnitten des Gebiets, wo die Vegetationszeit verkürzt ist. Da sie einen milderen Winter erheischen als die Eichen des Nordens, so ist ihre Wanderung als diesen entgegengesetzt aufzufassen. Vom Osten und Süden hat sie der Anbau in westlicher und nördlicher Richtung ausgebreitet, aber nach ihren heutigen Kulturgrenzen sind ihre klimatischen Bedingungen ungleich. Der Granatbaum, der in Macedonien sich wie ein einheimisches Gewächs verhält, überschreitet doch nirgends die Grenzen der Mediterranflora, so leicht er sich unter den Tropen akklimatisirt, wo er fast das ganze Jahr seine dunkelrothen Blüthen entwickeln soll. Das Laub dieses Baums hat eine kürzere Dauer als bei den immergrünen Gewächsen[62]), und die in Südeuropa zum Sommer sich verspätende Blüthezeit deutet ebenfalls auf die kürzere Vegetationsperiode seiner orientalischen Heimath. In wärmeren Ländern scheint er dann an wiederholte Bildungsprocesse während desselben Jahrs sich gewöhnen zu können, wogegen er in höheren Breiten zwar die genügende Entwickelungszeit finden, aber während seines Winterschlafs die Kälte nicht ertragen würde. Ganz verschieden verhält sich der Mandelbaum, der schon so früh im Jahre die zu den Baumkulturen bestimmte Land-

schaft mit seinen Blüthen schmückt und doch, wiewohl er noch vor seiner Belaubung z. B. in Südfrankreich bereits im Januar oder Februar zu blühen pflegt, erst gegen den Schluss der dürren Jahrszeit seine Früchte reift. Hieraus ist man wohl berechtigt, den Schluss zu ziehen, dass die ursprüngliche Heimath des Granat- und Mandelbaums nicht dieselbe sei, dass der erstere aus solchen Gegenden des Orients stamme, wo der Winter zwar milde, aber von längerer Dauer ist, der letztere aus Nordafrika, wo man ihn noch jetzt als einheimisch betrachtet [63]), und wo die Vegetationsperiode nicht durch den Winter, sondern durch die verlängerte Sommerdürre verkürzt wird, welche die Reife der Mandeln verspätet. Das Kulturgebiet des Mandelbaums sehen wir auch über die Grenzen der Mediterranflora im Westen bis zum Rheine (49° N. B.) hinausgerückt, soweit ihm die Entwickelungszeit und der milde Winter des Seeklimas genügen. Der Maulbeerbaum scheint dem Granatbaum in seiner klimatischen Sphäre näher zu stehen als dem Mandelbaum, da er viel später aus dem Winterschlaf erwacht und seine Blätter in der Provence erst in der zweiten Hälfte des März entfaltet. Zu Anfang April 1867 machte ich die Beobachtung im Rhonethal, dass von Lyon abwärts die Maulbeerbäume bis zur Grenze der Mediterranflora noch kahl waren, dass sie aber, sobald ich die ersten Olivenbäume erreicht hatte, nun auch von frischem, gelblichem Laube bedeckt sich zeigten und die Mandelbäume ebenfalls im Frühlingslaube prangten. Obgleich manche Beobachtungen für die pontische Heimath der beiden Maulbeerbäume sprechen, so ist es doch auffallend, dass sie den alten Griechen schon bekannt gewesen sein sollen und doch die auf ihren Anbau begründete Zucht der Seidenraupe auf China beschränkt blieb, indem dieselbe erst in viel späterer Zeit unter Justinian nach dem Occident verpflanzt wurde [64]). Dieser scheinbare Widerspruch, dass die Heimath eines Insekts nicht mit der des Gewächses zusammenfalle, von dem es sich ernährt, findet wahrscheinlich darin seine Lösung, dass die Herkunft der beiden Morus-Arten keineswegs dieselbe sein dürfte. Denn die klimatischen Bedingungen derselben sind nicht übereinstimmend. Der weisse Maulbeerbaum, dessen Spielarten fast ausschliesslich zum Seidenbau benutzt werden, erträgt den kontinentalen Winter des Steppenklimas und leidet erst bei hohen Kältegraden. Der schwarze Maulbeerbaum erfriert in Deutschland leicht und entspricht übrigens dem Klima des Weinstocks [65]). Hiernach möchte die Heimath des letzteren am schwarzen Meere zu suchen sein, und

so wäre es erklärlich, dass die Alten mit der Frucht wohl bekannt waren. Aber zur Ernährung der Seidenraupe kann derselbe nach Metzler nicht benutzt werden, und, wenn dieses behauptet worden ist, meinte dieser hervorragende Kenner unserer Kulturgewächse, hätten Verwechselungen mit dem weissen Morus, der auch mit dunkelfarbigen Beeren vorkommt, zu Grunde gelegen. Wenn diese Ansicht aber auch nicht vollständig begründet wäre und die Meinung italienischer Forscher[64]) sich bestätigt, dass der occidentalische Seidenbau lange Zeit mit Hülfe des schwarzen Morus betrieben sei, sich aber erst zur jetzigen Blüthe heben konnte, als im funfzehnten Jahrhundert der weisse Morus von Asien nach Europa verpflanzt wurde, so weisen doch diese Ueberlieferungen nicht minder als die klimatischen Verschiedenheiten beider Arten darauf hin, dass die Heimath des Insekts wie die von dessen eigentlicher Nährpflanze nicht dem Mittelmeergebiet, sondern einem kontinentaleren Klima des Ostens angehöre. Hat man den weissen Morus am kaspischen Meere als einheimisch aufgefasst, so ist zu bemerken, dass das Steppenklima von dort bis nach China reicht und also eine natürliche Verbreitung des Gewächses durch einen grossen Theil Asiens erfolgen konnte. Alle Thatsachen scheinen sich demnach unter dem Gesichtspunkte zu vereinigen, dass der weisse Maulbeerbaum in den durch Flüsse bewässerten Steppen Asiens seine Heimath habe, dadurch den Chinesen im Osten, vielleicht auch den Griechen im Westen bekannt ward, dass aber die Ersteren, die Bewohner des alten Sericum, die Benutzung des Gespinnstes der Seidenraupe erfanden und bis in das sechste Jahrhundert unserer Zeitrechnung diese Erfindung als Monopol bewahrten.

Durch die veränderliche Gestalt des Morus-Blattes reiht sich dieser Baum an die Laubformen der Linde und der afrikanischen Sykomore, deren Vertreter in Südeuropa sich ähnlich wie die der Buchenform verhalten. Weit seltener als die Buche ist die Birke auf den Gebirgen des Südens anzutreffen, aber in Unteritalien gewinnt eine Erle mit Lindenblättern (*Alnus cordifolia*) bedeutenden Antheil an der Bewaldung der Berge; auch in Korsika kommt sie vor und soll mit einer in den Kaukasusländern einheimischen Art (*A. subcordata*) übereinstimmen. Auf der griechischen Halbinsel begleitet die Silberlinde (*Tilia argentea*) den Kastaniengürtel und bildet in Macedonien eine schmale, scharfbegrenzte Waldregion[66]) von hohen, unvermischten und weitverzweigten Stämmen, deren Laub durch die weisse Färbung der unteren Fläche zu dem Namen des

Baums den Anlass bot. Während aber die Kastanie nur im Westen die Grenzen des Mittelmeergebiets bedeutend überschreitet, erstreckt sich die Verbreitung jenes griechischen Baums in das verwandtere Klima Ungarns. Viel bedeutender ragt in der Physiognomie der orientalischen Landschaft die Platane (*Platanus orientalis*) hervor, welche von Macedonien und Griechenland bis zu den fernen Steppenlandschaften am Indus die Wohnsitze der Menschen zu begleiten pflegt. Waldbestände dieses prächtigen Baums, dessen zackig gerundetes Laub nicht bloss an den Ahorn, sondern auch an die tropischen Bombaceen erinnert, kommen schon in den tiefen Forsten auf dem Vorgebirge des Athos und in Griechenland vor, sollen auch ehemals am Fusse des Aetna vorhanden gewesen sein, aber als eigentliches Heimathland möchten die Gebirge der vorderasiatischen Steppen gelten dürfen, wo die Platane am Taurus bis über 5000 Fuss ansteigt[67]). Hierfür spricht auch der Umstand, dass der nahe verwandte Storaxbaum (*Liquidambar orientale*) auf einen kleinen Raum am pisidischen Taurus beschränkt ist und also das gemeinsame Vegetationscentrum nicht verlassen hat. Es liegt nahe, hiebei die Thatsache anzuführen, dass beide Bäume in Nordamerika durch überaus ähnliche Arten ersetzt werden, so dass der Storaxbalsam von zwei so entlegenen Ursprungsländern in den Handel kommt und die beiden Platanen in den Gärten häufig mit einander verwechselt werden. Dies ist eins der auffallendsten Beispiele, wie die entferntesten Vegetationscentren zuweilen in ähnlichen, aber doch nicht identischen Erzeugnissen sich gefallen, wobei an die Uebertragung einer etwaigen Stammart von einem Gebiete in das andere doch gar nicht zu denken ist.

Die Sykomorenform, deren Eigenthümlichkeit näher zu erläutern erst das afrikanische Sudan, dessen Klima ihm am meisten zusagt, den Anlass bieten wird, tritt über Aegypten nur bis nach Syrien in das Gebiet ein (*Ficus Sycomorus*), aber auch der südeuropäische Feigenbaum (*Ficus Carica*) kann mit ihr verglichen und als der am weitesten nach Norden gerückte und unter neue Bedingungen gestellte Vertreter derselben betrachtet werden. Schon in den ältesten Ueberlieferungen der Geschichte erwähnt und, wie man meint, aus Vorderasien abstammend, umfasst die Feigenkultur gegenwärtig das ganze Bereich der Mediterranflora und erreicht, da nur der winterliche Frost deren weitere Ausbreitung verhindert, erst im westlichen Seeklima von Frankreich ihre Polargrenze. Ueberall innerhalb dieses

Kulturgebiets findet man den Feigenbaum, wenn auch nur zur Strauchgestalt verkümmert, zugleich wie ein einheimisches Gewächs verbreitet, ohne dass sich unterscheiden lässt, ob es aus den durch den Anbau veredelten Spielarten zum Wildling zurückgeschlagen oder in weiterem Umfange durch natürliche Kräfte von seiner Heimath aus fortgepflanzt sei. Da der Feigenbaum in der Provence erst zu Anfang April seine Entwickelungsperiode zu beginnen pflegt, so wäre seine orientalische Herkunft hierin ausgesprochen, in sofern die spät ausschlagenden Bäume entweder aus einem nördlichen oder einem östlichen Klima abstammen. Indessen scheint bei diesem Gewächse die Zeit der Belaubung grösseren Schwankungen zu unterliegen [68].

Die Weidenform, der schon der Granatbaum durch seine schmale Blattgestalt sich nähert, hat im Süden nicht dieselbe Bedeutung wie in höheren Breiten. Doch giebt es daselbst einige ähnliche Bäume aus verschiedenen Familien, die auf den östlichen Halbinseln häufiger vorkommen (*Elaeagnus; Pyrus amygdaliformis*).

An die Laubhölzer mit periodischer Belaubung reihen sich zahlreiche Gesträuche, welche im Winter ebenfalls ihre Blätter verlieren. Bald tragen sie, den immergrünen Formen eingestreut, dazu bei, die Mannigfaltigkeit der Maquis zu erhöhen, bald bilden sie das Unterholz der Wälder, aber einige sind auch zu selbständigen Formationen durch geselliges Wachsthum verbunden. Das Letztere ist namentlich bei den Eichengesträuchen der Fall, die in der europäischen Türkei ungemein häufig sind und wohl als die Ueberreste einstiger Hochwälder gelten dürfen, welche, allen Schädlichkeiten preisgegeben, sich nicht wieder verjüngen konnten. Wiewohl ich von Sträuchern, die der Rhamnusform des nördlichen Europas entsprechen, allein in der Mediterranflora über 50 Arten zähle und diesen in den Gebirgsregionen noch manche andere sich anreihen, die meist mit denen höherer Breiten identisch sind, so haben doch nur wenige für die Physiognomie der Landschaft ein besonderes Interesse. In der immergrünen Region fallen manche dadurch auf, dass die Rhamnusform nicht bloss in den Blüthen, sondern auch in der Gestalt des Laubes und im Wuchse hier weit mannigfaltigere Bildungen zeigt als in Mitteleuropa. Ich zähle darunter Arten aus 27 Gattungen, die zu 16 verschiedenen Familien gehören. Die grösste und die für die spanische Halbinsel bedeutendste Reihe gehört auch hier wieder zu den Genisteen (z. B. *Adenocarpus, Sarothamnus*), indem der Formen-

kreis dieser Gruppe von den nackten und dornigen bis zu den reichlich belaubten Stämmen vollständig entwickelt ist. Um aber zu zeigen, wie mannigfaltig auch in anderen Gegenden die Organisation der Sträucher sei, genügt es, die wenigen Arten anzuführen, die für bestimmte Abschnitte des Gebiets oder durch die Geselligkeit ihrer Individuen besonders charakteristisch sind. Im Westen finden wir eine Malvacee mit rundlich gelappten Blättern (*Lavatera olbia*), im Osten eine Styracee mit feiner, weisser Behaarung (*Styrax officinalis*), am Pontus eine reich mit grossen, farbigen Blumen geschmückte Ericee (*Azalea pontica*). Eine Euphorbiacee mit gedrängter Belaubung bedeckt die sonnigen Kiesgerölle der ligurischen Küste (*Euphorbia dendroides*): dieser Strauch ist dadurch merkwürdig, dass er im Sommer die Blätter abwirft und unter dem Einflusse der Herbstregen sich wieder belaubt[98]). Eine aromatische Verbenacee (*Vitex agnus castus*), die dichte, ausgedehnte Gebüsche an den Flussufern bildet und im Arabischen »Hand der Maria« genannt wird, verdankt diesen Namen der graziösen Bildung des Laubes, welches aus fünf zierlichen Blättchen besteht, die wie die Finger einer Hand an dem Blattstiele sternförmig ausgebreitet sind und auf der unteren Fläche von einem zarten, weissen Flaum glänzen[69]). Sind nun auch alle diese besonderen Erscheinungen des Südens den Waldregionen der Gebirge fremd, so trifft man doch auf den höchsten Gipfeln, vom Atlas bis zum Libanon und Athos, einen anmuthigen Zwergstrauch, der hier in seinem Wuchs und in seiner Belaubung an die Zwergbirken des Nordens erinnert, aber mit lebhaft rothen Blumen das nackte Felsgerölle belebt (*Prunus prostrata*).

Die Coniferen nehmen an der Bildung der Wälder in Südeuropa einen ebenso grossen Antheil als die Laubhölzer. Sie bilden nicht bloss, wie im Norden, häufig die oberen Waldregionen der Gebirge, sondern eigenthümliche Arten sind auch an den warmen Küsten weit verbreitet. Wenn aber in vielen Gebirgen die Laub- und Nadelhölzer nach Regionen, also klimatisch geschieden sind, so ist dies in anderen Gegenden und namentlich im Bereich der Mediterranflora ebenso wenig der Fall wie in den Ebenen des nördlichen Europas. Die Beschaffenheit der Erdkrume ist auch hier für die Physiognomie der ganzen Landschaft entscheidend. Wo sie flach auf dem Felsen ruht oder wo sie sandig ist und in Folge dessen stärker von der Sonne erhitzt wird, bewaldet sie sich leichter mit Nadelholz, wogegen Bestände des Laubwaldes auf einem thonreicheren Boden, den sie

bald stärker mit Humus füllen, dichter und kräftiger zu gedeihen pflegen. So sind die grössten Gegensätze des landschaftlichen Charakters, der doch vorzugsweise von den Holzgewächsen abhängt, oft geographisch nahe zusammengerückt. Die Insel Cypern besitzt fast nur Nadelwald, während in dem gegenüberliegenden Syrien die Laubhölzer allgemein vorherrschen [70]. Ist aber die ganze Reihenfolge klimatischer Werthe von den Baumgrenzen Europas bis zur afrikanischen Wüste der Coniferenform als solcher angemessen, so bieten doch die einzelnen Arten von Nadelhölzern einen sehr geeigneten Maassstab für ihre Abstufung zu Regionen oder nach klimatischen Linien und Vegetationscentren. Ich unterscheide im Mittelmeergebiete 18 Arten von Coniferenbäumen, von denen 11 zu der Gattung Pinus im weiteren Sinne, die übrigen zu 4 anderen Gattungen gehören. Sie zerfallen in zwei Hauptformen, je nachdem die Blattnadel ausgebildet (Pinus) oder unterdrückt ist (die Cypressenform). Unter den Pinus-Arten bewohnen zwei fast den ganzen Umfang der immergrünen Region, die Pinie und die Aleppo-Kiefer (*P. Pinea* und *halepensis*). Die Pinie, ein hoher, schöner Baum, der mit seinen aufwärtsstrebenden Aesten einen dichten Schirm von Blattnadeln bildet, gehört zu den ausgezeichnetsten Gestaltungen der Mediterranflora und wird, wie er zum Schmuck der Landschaft dient, von keinem Maler der südlichen Natur vernachlässigt. Mit der Ceder theilt er die Eigenthümlichkeit, dass die Nadeln sich an das Ende der Zweige drängen, aber bei der Pinie ist die Krone gewölbt, bei der Ceder pflegt das Schirmdach der Nadeln zu einer flachen Ebene ausgebreitet zu sein. In beiden Fällen ist es unverkennbar, dass die Nadeln sich da am leichtesten entwickeln, wo ihnen die stärkste Beleuchtung zu Theil wird, oder dass der Wuchs der Krone mit der Anordnung und Dichtigkeit der Blattorgane in einem angemessenen Verhältniss steht. Es scheint, dass die Pinie der Sonne und des heiteren Himmels bedürftig ist, und wir sehen sie daher fast nirgends die Grenzen der immergrünen Region überschreiten. Nur in Italien ist dies der Fall, wo der grosse Pinienwald von Ravenna sich bis zum Delta der Po-Mündung ($44^1/_2{}^\circ$ N. B.) erstreckt [71]. Auch in Toskana ist ein Zweig der Apenninkette am linken Ufer des Arno zwischen Florenz und Pisa mit wilden Pinien bedeckt [72]. So häufig dieser Baum in allen wärmeren Gegenden Südeuropas angepflanzt wird, so sind doch ursprüngliche Pinienwälder, die wahrscheinlich einst in weit grösserem Umfange vorkamen, jetzt nur noch in gewissen Bezirken, aber durch

das ganze Gebiet, von Spanien bis zur Küste von Anatolien anzutreffen. Ich sah solche Bestände selbst in der Provence und am ägäischen Meere und finde sie namentlich in Andalusien und von da bis zur centralen Sierra de Gredos, ferner auf den beiden östlichen Halbinseln bis nach Bithynien und Cilicien erwähnt: nur der Krim und der pontischen Küste scheint die Pinie ganz zu fehlen. Die Aleppo-Kiefer steht an Grösse den übrigen Pinus-Arten nach und hat die Neigung, strauchartig zu wachsen. Sie findet sich von Spanien bis zum Pontus und Syrien, ist indessen häufig mit zwei anderen Arten verwechselt worden[73], welche ebenfalls die immergrüne Region bewohnen, aber klimatisch doch nicht unter gleichen Bedingungen stehen. Die beiden letzteren sind durch ungemein lange Blattnadeln ausgezeichnet und können als westliche und östliche Seestrandskiefer unterschieden werden, indem die eine (*P. Pinaster*) von Algerien bis zu den französischen Küsten reicht, hier am atlantischen Meere die Grenzen des Gebiets überschreitet, aber ostwärts nicht über Dalmatien hinausgeht, die andere hingegen (*P. maritima Lamb.*) der immergrünen Region der beiden östlichen Halbinseln eigenthümlich ist. Die Reihe der Kiefern, d. h. der Pinus-Arten, bei denen zwei Nadeln in einer Scheide vereinigt sind, umfasst ausser diesen noch zwei Gebirgsbäume, von denen der eine mit der nordischen Kiefer identisch ist (*P. sylvestris*), der andere in mannigfaltig veränderter Gestaltung auf allen höher gelegenen Theilen des Festlandes und auf den grösseren Inseln einen beträchtlichen Theil der Bergwälder bildet, endlich in Oesterreich und Ungarn auch in die mitteleuropäische Flora übergreift (*P. Laricio*). Wie die Kiefern uns ein Beispiel bieten, dass die Gewächse der nördlichen Tiefebenen im Süden das angemessene Klima im Gebirge finden, so ist dies auch mit dem Taxusbaum der Fall (*Taxus baccata*), der ganz Europa von Skandinavien bis zur Sierra Nevada bewohnt. Bei den Tannen zeigt sich die Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen noch bestimmter. Man darf vielleicht annehmen, dass die Coniferen um so höher in das Gebirge ansteigen, je kürzer die Entwickelungsperiode der einzelnen Arten ist. Nun ist es auffallend, dass die Rothtanne, die Fichte des Nordens, über die Alpen hinaus im Süden nirgends wiederkehrt und im Mittelmeergebiet durch die Edeltanne (*P. Picea L.*) ersetzt wird. Wir werden sehen, dass, wo die Gebirge Südeuropas auch hoch genug sind und die Schneelinie beinahe erreichen, dieselben doch in demjenigen Niveau, welches der Fichtenregion der Alpen klimatisch entspricht,

keine Wälder mehr hervorbringen können. Die Edeltanne aber bewohnt, wie in Mitteleuropa, auch hier mit der Buche gleiche Höhen und bildet daher ebenso oft wie diese die Baumgrenze des Gebirgs. Ja sie hat, wenn man nach der Mannigfaltigkeit ihrer Variationen [74]) auf den östlichen Halbinseln urtheilen darf, auf diesen südlichen Bergen den günstigsten Schauplatz ihres Gedeihens. Die Pinsapo-Tanne (*P. Pinsapo*) ist dadurch merkwürdig, dass sie, wiewohl gleichfalls zu Wäldern vereinigt, sich von ihrer ursprünglichen Heimath fast gar nicht entfernt hat. Von dieser Tanne kannte man früher nur wenige Bestände auf der Sierra de Ronda und einigen anderen isolirten Bergen in der Nähe der Seeküste von Andalusien, bis sie kürzlich auch in Kabylien auf den gegenüberliegenden Höhen des Atlas entdeckt worden ist. Die südwestlichen kolchischen Abhänge des Kaukasus, sowie einen grossen Theil der Randgebirge Kleinasiens bewohnt endlich noch eine der Rothtanne verwandte Art (*P. orientalis*), welche Ledebour mit der sibirischen Tanne für identisch hält, wogegen indessen schon nach dem klimatischen Gesichtspunkte erhebliche Bedenken obwalten. Das Problem freilich, welches ein so weites und zugleich unterbrochenes Wohngebiet bieten würde, wäre nicht ohne Analogieen, da wir eine ganze Reihe von Coniferen kennen, die auf weit entlegenen Gebirgen die Wälder zusammensetzen und in den dazwischen liegenden Ländern nicht gefunden werden. Unter diesen letzteren Bäumen sind die merkwürdigsten die beiden noch übrigen Pinus-Arten des Gebiets, bei denen eine grössere Zahl von Nadeln in derselben Scheide vereinigt ist. Da in dem Abschnitt über die Vegetationscentren auf dieselben näher einzugehen ist, so soll hier nur bemerkt werden, dass die eine die Ceder des Atlas, des Taurus und Libanon ist (*P. Cedrus*), die andere innerhalb des Gebiets bis jetzt nur auf einem einzigen Berge Macedoniens und auf dem Kom an den Grenzen Montenegros, dann aber im fernen Osten des Himalaja beobachtet wurde (*P. Peuce* oder *P. excelsa*). Aehnliche Erscheinungen von getrennten Wohngebieten, deren Zusammenhang dunkel ist, wiederholen sich bei den baumförmig wachsenden Wachholderarten, einer Gattung, die sowohl im Westen als im Osten des Gebiets, aber nur in gewissen Landschaften hochstämmige Wälder bildet. Diese Wachholderbäume, die im Archipel gegen 30 Fuss hoch werden, gleichen in der Bildung ihrer Blattorgane durchaus den Cypressen, von denen sie sich durch ihre Beerenfrüchte unterscheiden. Sie reihen sich daher mit diesen an die Tamariskenform, welche die

Holzgewächse begreift, bei denen die Kleinheit der den Zweigen angedrückten Blätter durch die grosse Zahl und dichte Anordnung derselben ersetzt wird. Bei diesen Coniferen wird die Blattnadel zu einer grünen, dem Zweige genau anschliessenden Schuppe von festem Gewebe, die sich oft unter das Maass einer Linie hinab verkürzt. Indem aber diese Schuppen in dichtgedrängten Reihen die Zweige bedecken, erscheint die Krone zwar grün, aber blattlos. In einem Falle verschmelzen diese Blattschuppen durch Anwachsen mit den Zweigen selbst, wodurch die Form der Cypressen und Tamarisken in die der ganz blattlosen Casuarinen übergeht. Diese Erscheinung ist dem Atlas eigenthümlich, in dessen Gebirgswaldungen eine solche Conifere vorkommt (*Callitris quadrivalvis*). Die Systematik der Wachholderbäume ist noch nicht genügend auseinandergesetzt [75]), aber nach meinen Untersuchungen bewohnt jede der drei Arten ein abgesondertes Gebiet. Am frühsten ward die spanische Art (*Juniperus thurifera*) bekannt, welche auf dem östlichen Tafellande die Wälder von Valencia vorzugsweise bildet und bis nach Aragonien und Murcia verbreitet ist. Derselbe Baum kommt auch in Sardinien und auf dem Atlas vor und kehrt dann auf dem entlegenen Taurus von Cilicien in den mittleren Waldregionen in nicht zu unterscheidender Gestaltung wieder. Eine sehr ähnliche, aber doch ohne Zweifel verschiedene Art (*J. aegaea*) bewohnt die Inseln des Archipels, wo ich sie auf Thasos bis zur Küste hinab in der immergrünen Region beobachtete. Die weiteste Verbreitung hat der asiatische Wachholderbaum (*J. foetidissima* oder *excelsa*), der Europa nur an der Südküste der Krim zu berühren scheint und in einigermaassen wechselnden Varietäten auf den höheren Gebirgsregionen am Kaukasus und Taurus bis zur Insel Cypern vorkommt, dann aber in weiter Entfernung am westlichen Himalaja wiederkehrt. Von den Cypressen sind in der immergrünen Region zwei Arten einheimisch, die Manche nur für Abänderungen einer einzigen wollen gelten lassen. Es ist allerdings richtig, dass der schlanke oder, wie man gewöhnlich sagt, pyramidale Wuchs, der die italienische Cypresse so sehr auszeichnet (*Cupressus sempervirens*), auch bei anderen Bäumen, namentlich der lombardischen Pappel und bei einer ähnlichen Spielart der Eiche nur als eine Variation zu betrachten ist, die keine tiefere Bedeutung hat. Aber die weniger bekannte Cypressen-Art (*C. horizontalis*), welche ihre Krone gleich den Wachholderbäumen weithin ausbreitet, hat auch noch feinere Unterschiede in der Bildung der Nadeln und scheint

dem Orient eigenthümlich zu sein. Noch eine dritte Cypresse (*C. glauca*) wird als ein in Portugal häufig vorkommender Baum erwähnt, der aber daselbst nicht einheimisch ist, sondern aus Ostindien eingeführt ward. Die ursprüngliche Heimath der italienischen Cypresse ist zwar auch wahrscheinlich im Osten des Mittelmeergebiets zu suchen, aber als Symbol der Trauer, wozu die dunkle Färbung ihres Grün sie zu bestimmen scheint, überall auf den Friedhöfen angepflanzt und auch sonst als ein Lieblingsbaum durch die Kultur verbreitet, verknüpft sich seine Erscheinung mit jeder Erinnerung an die Pflanzenformen der südlichen Natur. Ist das Bild des Cypressenhains doch einer der ersten Eindrücke, den der Nordländer dort empfängt, sobald er den Gürtel des Kastanienwaldes durchschritten hat. Selbst noch ehe die Alpen vollends überstiegen sind, wird ihm der Anblick der Cypresse schon an den geschützten Ufern des Genfer Sees zu Theil, und dieser Baum begleitet ihn dann von Italien bis in den fernsten Orient. Den Wuchs desselben mit der Form einer Pyramide zu vergleichen, finde ich sehr ungeeignet. Die Cypresse entspricht vielmehr der Architektur des Obelisken oder gleicht einem schlanken Kegel, und gerade diese eigene Gestalt, die vielleicht auf den Bau des orientalischen Minarets von Einfluss war, macht den Baum in der Fernsicht anziehend, wenn sein schwärzliches Grün sich so lebhaft von der dunklen Bläue des Himmels abhebt. Die unterdrückte Blattbildung ist mit ungemein langsamem Wachsthum des Holzes verbunden, und wiewohl man zuweilen Bäume von bedeutender Stärke antrifft, so gehören diese doch zu den grössten Seltenheiten und zeigen ein ungemein hohes Alter an. Neben dem Kloster Lavra am Athos habe ich zwei Cypressenbäume gesehen [76], bei denen aus Inschriften nachzuweisen war, dass sie ein mehr als tausendjähriges Alter erreicht hatten, wobei ihr Stammdurchmesser durchschnittlich in einer Vegetationsperiode nur um den zwanzigsten Theil eines Zolls angewachsen war. Durch ein bläuliches Grün von matter, glanzloser Färbung unterscheiden sich von der breitwüchsigen Cypresse die Tamariskenbäume (*Tamarix gallica* und andere), die dem spanischen Wachholder noch ähnlicher sind, aber sich im Frühlinge mit unzähligen fleischrothen Blumenrispen beladen, und, wie die Stämme meist niedriger sind, auch leicht in strauchartige Gebüschformen übergehen. Zwanzig Fuss hohe Stämme kommen nur vereinzelt am Meeresufer vor, aber da die Pflanzengruppe, zu der sie gehören, grösstentheils der Salzsteppe angehört, so wird diese Baumform auch

an den orientalischen Küsten schon mannigfaltiger als im Westen. Man kann bei den Holzgewächsen mit verkürzten Blattnadeln die Unterscheidung von Bäumen und Sträuchern nicht füglich festhalten und wird ihnen daher auch einige niedrige Wachholderarten anschliessen müssen, von denen die bekannteste (*Juniperus phoenicea*) in den Maquis des ganzen Mittelmeergebiets häufig vorkommt und zu der Reihe von Pflanzenformen, die hier vereinigt ist, noch ein neues Glied hinzufügt.

Von monokotyledonischen Bäumen ist allein die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*) zu erwähnen, die aber nur durch die Kultur an das Mittelmeer verpflanzt ward. Dass sie nicht einheimisch sei, geht schon daraus hervor, dass sie selbst an den warmen Küsten von Algerien und Sicilien ihre Früchte nicht zur völligen Reife entwickelt. Auch ist ihre Kultur nur auf den Westen und Süden beschränkt. Auf der spanischen Halbinsel gedeiht sie an allen Küsten, ausgenommen in Portugal nordwärts vom Tajo, sie erreicht ihre Polargrenze in Asturien, in der Provence und der Riviera von Genua. Uebrigens finden sich in Nord- und Mittel-Italien keine Palmen im Freien. Nur in Gärten sieht man sie zuweilen einmal, wie auf den borromäischen Inseln, oder als seltenes Erzeugniss sorgsamer Pflege in Florenz und Rom. Erst von Terracina aus (41°), wo die nach Neapel reisenden Fremden sie als eine neue Erscheinung zu begrüssen pflegen, wird die Dattelpalme häufiger, an der Ostseite des Apennin findet sie sich bis Foggia in der Capitanata und ist nun ein bedeutendes Element in dem Landschaftsbilde der immergrünen Region Unteritaliens und seiner Nachbarinseln. Am adriatischen Meere sah ich Palmen an der Küste von Ragusa, und sie sollen in Dalmatien noch in der Gegend von Spalatro ($43^1/_2°$) fortkommen, aber von dem Innern der griechischen Halbinsel sind sie fast ganz ausgeschlossen und ertragen das kontinentalere Klima der macedonisch-thracischen Küsten nicht. Auch in Anatolien werden sie von Tchihatcheff nirgends erwähnt, und ihre Kulturgrenze im Orient scheint nur die südlichen Inseln des Archipels zu umfassen und von Nordafrika und Syrien aus die Südküste Kleinasiens noch eben zu erreichen [77]).

Die Familie der Palmen ist der reinste Ausdruck tropischer Klimate, aber in den wärmsten Gegenden der beiden gemässigten Zonen verhält sich diese Organisation auf eine ähnliche Weise, wie jenseits der Baumgrenze die Wälder durch Gesträuche ersetzt zu werden pflegen. Dies ist die Bedeutung der Zwergpalme, die in

Südeuropa der einzige einheimische Vertreter jener tropischen Familie ist. In dieser Pflanzenform geht zwar der Stamm der Palmen gewöhnlich ganz verloren und wird zu einem grösstentheils unterirdischen Holzgerüst, aber die Rosette langgestielter, immergrüner Blätter, die dasselbe zu stützen hat, ist ebenso wie bei jenen gebildet und gleicht ihnen in dem ausgespannten, tief getheilten Umriss. Zuweilen erzeugt die südeuropäische Zwergpalme (*Chamaerops humilis*) wohl einmal ausnahmsweise einen niedrigen Holzstamm (*var. arborescens*), aber wo diese Pflanzenform mit Ausschluss fast jeder anderen Vegetation gesellig verbunden ist und oft über weite Strecken sich ausdehnt, beruht die Physiognomie der Landschaft darauf, dass die gedrängten, einige Fuss hohen Rosetten von schirmförmig getheilten Blättern fast unmittelbar dem Boden entsprossen scheinen. Am häufigsten ist die Zwergpalme, die man in Spanien Palmito nennt, in Andalusien und Nordafrika. Man sollte denken, dass sie, schon als einheimisches Gewächs und weil ihre Organisation manche Vortheile vor den hochstämmigen Palmen voraus hat, dem Mediterranklima besser entspräche und ein grösseres Gebiet umfasse als die Kultur der Dattelpalme. Allein dies ist durchaus nicht der Fall, sie steigt nicht höher in das Gebirge und geht nicht einmal so weit nach Nordosten. Beide Palmen sind auf die immergrüne Region eingeschränkt und der Palmito soll am Aetna sogar in einem tieferen Niveau aufhören als der Dattelbaum [78]). An einigen Küsten, wo die Zwergpalme von älteren Schriftstellern erwähnt ward, scheint sie verschwunden zu sein, und ihre Polargrenze ist so unregelmässig, dass man annehmen möchte, sie sei von örtlichen Einflüssen noch abhängiger als vom Klima oder reiche nicht so weit nach Norden als dieses gestatten würde. Dies ist besonders auffallend am tyrrhenischen Meere, wo sie auf der kleinen Insel Capraja besonders üppig gedeihen soll und auch am Argentario [79]) in den Maremmen von Toskana, sowie an einzelnen Punkten der Riviera vorkommt, dagegen weder in Südfrankreich, noch auf Korsika, das doch so viel südlicher liegt. Von Algarvien verläuft die Polargrenze des Palmito längs der Sierra Morena nach Valencia und umfasst, abgesehen von einzelnen, jenseits gelegenen, sporadischen Standorten, nur die Balearen, den südlichen Theil Sardiniens und die neapolitanische Küste nebst Sicilien; am adriatischen Meere reicht sie in Italien bis Brindisi. An der albanischen Küste wird sie noch einmal, zwischen Durazzo und Valona erwähnt, die wenigen weiter ostwärts gelegenen Standorte sind zweifelhaft.

Von succulenten Gewächsen ist die Cactusform, bei welcher die Blätter durch saftreiche Stämme ersetzt werden, in den südwestlichen, der Sahara benachbarten Gegenden ursprünglich eine äusserst seltene Erscheinung gewesen. Denn sie wird nur durch zwei blattlose Salsoleensträucher in der spanischen Salzsteppe, sowie durch eine den Stapelien des Kap verwandte Asclepiadee (*Apteranthes*) vertreten, von deren vereinzeltem Vorkommen bei den Vegetationscentren die Rede sein wird. Gegenwärtig aber ist die Cactusform ein wichtiges Glied der Mediterranflora geworden. Die Dürre sonnigen Felsbodens ist es, wo in Amerika, der Heimath der Cacteen, diese Familie zur grössten Mannigfaltigkeit des Baus sich entwickelt, und unter diesen Bedingungen haben die indischen Feigen, nachdem sie schon zur Zeit der Eroberung Mexikos nach Spanien verpflanzt waren, eine grosse Bedeutung für die Physiognomie der südwestlichen Landschaften gewonnen und in geselligem Wachsthum sich auch weiterhin an den Küsten des Mittelmeers freiwillig angesiedelt, so dass sie gegenwärtig den einheimischen Gewächsen gleichstehen und namentlich in Andalusien, Nordafrika und Sicilien weite Landstrecken bekleiden. Der Zweifel, ob eine Pflanzenform, deren heutiges Wohngebiet im Westen bis zu den warmen Thälern der südlichen Alpen, im Osten bis Palästina und Arabien sich erstreckt, nicht schon vor der Entdeckung Amerikas in der alten Welt bekannt gewesen sei, ward von Schouw durch die Untersuchung der pompejanischen Wandgemälde beseitigt[80], aus denen sich der Charakter der italienischen Vegetation zur Zeit des römischen Alterthums erkennen lässt. Aber es fehlt auch nicht an historischen Zeugnissen über die Einführung der indischen Feigen nach Europa, die wegen ihrer essbaren Früchte und da sie durch ihr Wachsthum und ihre Dornen sich eignen, ein sicheres Gehäge herzustellen, häufig angepflanzt wurden, und in der Folge anfingen, auf günstigem Boden die einheimische Vegetation zu verdrängen. Unter den verschiedenen Stammformen, die den amerikanischen Cacteen eigen sind, ist in der Mediterranflora nur die der Opuntien heimisch geworden, die sich vom Boden aus verzweigt, und deren flache, blattähnliche Stengelglieder wie die Abschnitte einer Kette an einander gereiht sind. Man unterscheidet mehrere Arten, die sämmtlich indische Feigen (*Fichi indichi*), in Spanien auch Tuna genannt werden. Die grössere, nur in den wärmsten Gegenden gedeihende Opuntie (*O. ficus indica*) hat einen aufrechten Stamm, der 8—12 Fuss hoch wird, und dessen fast dornen-

lose, ovale Gliederungen über einen Fuss lang und etwa einen Zoll dick sind; eine ähnliche Art (*O. amyclaea*) trägt lange Dornen. Die gewöhnlichste und am weitesten nach Norden gehende Opuntie (*O. vulgaris*) ist ebenfalls dornig; ihr Stamm bedarf einer Stütze und schmiegt sich den Felsen an, seine Glieder werden nur wenige Zoll lang. Ebenso wie die Familie der Cacteen hat auch die Agavenform sich erst aus fernen Ländern in der Mediterranflora angesiedelt. Diese Succulenten unterscheiden sich dadurch von der Cactusform, dass es hier die zu einer Rosette vereinigten Blätter sind, die sich fleischig, das heisst zu einem saftreichen Gewebe verdicken. Die Agavenform ist durch die Agave selbst (*Agave americana*) und durch eine Aloe (*Aloe vulgaris*) vertreten, welche man beide irrig unter der letzteren Bezeichnung zusammenzufassen pflegt. Sie finden sich, wie die indischen Feigen, vorzugsweise an warmen Felsküsten. Die Agave ist das bekannte Gewächs, dessen schmale, zugespitzte, dornig gezähnte Fleischblätter sich bogenförmig wohl 6 Fuss weit ausbreiten können und eine Rosette bilden, aus welcher zuweilen die nackten Blüthenschäfte 10 bis 12 Fuss hoch rasch emporwachsen und in eine überhängende Rispe von gedrängten, gelblichen Blumen ausgehen. Die Agaven stammen aus dem tropischen Amerika, die Gattung Aloe hingegen aus Afrika. Die am Mittelmeer angesiedelte Aloe ist gleichsam eine Agave in verjüngtem Maassstabe, deren Blüthenschaft nur 1—2 Fuss hoch aus der Blattrosette sich erhebt. Ihr Heimathsland ist wahrscheinlich der kanarische Archipel, von dem sie über das Meer sowohl nach Westindien als nach Europa gelangt ist. Die Chenopodeenform, welche die halb-succulenten Gewächse begreift, bei welchen nur die Blätter fleischig, die Stengel- und Stammorgane aber an dieser Bildungsweise meist unbetheiligt sind, ist als ein Erzeugniss salzhaltigen Bodens theils am Seestrande, theils in denjenigen Gegenden Spaniens entwickelt, die nach ihrem Klima, wie nach der Beschaffenheit der Erdkrume den russischen Steppen zu vergleichen waren. Die Salsoleensträucher hatten am mittelländischen Meere früherhin eine gewisse Bedeutung, indem sie zur Fabrikation der Soda benutzt wurden, aber mannigfaltiger als dort sind sie in der spanischen Halophytenvegetation. Unter diesen letzteren sind einige Arten endemisch, andere auch in Nordafrika und in der Sahara einheimisch, sowie auch durch eine andere Gattung (*Mesembryanthemum*), deren Centrum am Kap liegt, und von welcher zwei Litoralpflanzen am Mittelmeer vorkommen, eine

gewisse Verwandtschaft mit dem afrikanischen Kontinent angedeutet ist.

Eine anderweitige Verknüpfung mit tropischen Pflanzenformen zeigt sich darin, dass in den Wäldern und Gebüschen die Vegetation der Schlinggewächse eine einigermaassen erhöhte Bedeutung erhält. Oft überranken sie das lichte Unterholz, welches den Raum zwischen zerstreut wachsenden Bäumen ausfüllt, im tiefen Schatten des Hochwalds winden sie sich zu den Kronen, um das Licht zu suchen. Bei einigen ist das Laub derb und glänzend, wie an immergrünen Gewächsen (*Smilax*), bei andern, wo es zart und zuweilen fast durchsichtig ist (*Tamus*), entzieht es sich gern der helleren Beleuchtung. Beide Hauptformen, sowohl der holzige Stamm der Lianen, als der schwache, kletternde Stengel des Convolvulus gehören zu den Bildungen der Mediterranflora. Einige Gegenden sind reicher an Schlinggewächsen als andere, so besonders die dichten Waldungen am Pontus, wo, wie auch in Thracien, der Weinstock seine ursprüngliche, von hier bis zur Donau reichende Heimath hat und überall an den Baumstämmen emporrankt.

So erinnert auch das Rohrgras Südeuropas durch die Höhe seines Wuchses an die Bambusenform der tropischen Zone. Das spanische Rohr (*Arundo Donax*), welches schon in der Lombardei auftritt, wird 12 bis 15 Fuss hoch und hat einen holzigen Halm, wie diese, aber nicht ihre büschelförmige Seitenverzweigung. Dieselbe Grösse von 15 Fuss erreicht auch eine Hirse (*Sorghum saccharatum*), die, in der Po-Ebene als Futtergewächs in neuerer Zeit häufig angebaut, in diesen ergiebigen Fluren mehr als irgend eine andere Kulturpflanze den Eindruck höchster Fruchtbarkeit des Bodens hervorruft. Diesem entgegengesetzt und dem trockenen Klima dürrer Hochflächen entsprechend erscheint das Bild des spanischen Esparto-Grases (*Macrochloa*), einer in grossen, steifen Rasen die weiten Flächen des Tafellandes gesellig bekleidenden Stipaceengattung, die hier die verwandten Formen der russischen Steppengräser ersetzt.

Vergleicht man die Gramineen der Mediterranflora mit denen des nördlichen Europas, so sind zwar die Arten zahlreicher, aber die Rasen bildenden Wiesengräser treten zurück, weil sie nur auf wohlbewässertem Boden gedeihen können. Statt dessen finden wir eine grosse Reihe von einjährigen Gramineen, die namentlich auf sandigem Kiesboden wie die Halme eines Getreideackers vereinigt wachsen, aber, wie sie rasch wieder verdorren, auch wegen der

geringen Höhe ihres Wuchses den weidenden Thieren nur wenig Nahrung bieten können.

Noch viel werthloser wird der Boden in gewissen Bergregionen, wo nach Verwüstung des Waldes sich hohes Farnkraut (*Pteris aquilina*), mit Ausschluss jeder anderen Vegetation, des Erdreichs bemächtigt hat. Dies ist nicht selten sowohl in Spanien und Sicilien, wie auf den östlichen Halbinseln und am südwestlichen Abhange des Kaukasus der Fall, und da die Wurzeln dieses Farnkrauts, welches vom Vieh nicht berührt wird, auch sehr tief liegen, so kann selbst durch Abbrennen der grünen Organe der Nachtheil solchen Pflanzenwuchses nicht beseitigt werden. Die Farne sind in dem Seeklima des Westens zwar mannigfaltiger als im Osten, aber nur der Adlerfarn gewinnt durch sein geselliges Wachsthum die Bedeutung einer selbständigen Formation.

An guten Weidegründen ist der Süden Europas überhaupt ärmer als der Norden, obgleich die offenen Landschaften häufig genug sind, wo die Holzgewächse fehlen und auch der Ackerbau entweder vernachlässigt ist oder überhaupt wegen der geneigten, felsigen Beschaffenheit des Bodens nicht betrieben werden kann. Die Wiesen des Nordens können durch die Matten der Mediterranflora nicht ersetzt werden, auf denen statt der Rasen bildenden Gräser die Staudenformen vorherrschen. Diese Matten umfassen die grösste Mannigfaltigkeit der verschiedensten Kräuter, dazu noch die Halbsträucher und den Schmuck der Zwiebelgewächse. Hier ist die Ausbeute des sammelnden Beobachters am reichsten, hier sind die Standorte der meisten endemischen Pflanzen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Abschnitten des Gebiets werden um so bemerklicher, je grösser die Anzahl der auf demselben Boden vereinigten Gewächse ist. Der Blüthenschmuck dieser Matten wechselt von Woche zu Woche, aber ist während des Frühlings immer reich zu nennen, reicher als irgend einer Formation höherer Breiten. Aber auch an Schönheit und Bedeutung einzelner Stauden- und Liliaceen-Formen übertrifft die Mediterranflora das nördliche Europa bei Weitem. Wer verweilt nicht gern bei den Worten dichterischer Auffassung, wenn der Asphodelos-Matten Attikas oder des edelgeformten Acanthus-Laubes gedacht wird. Es ist gewiss unter den vielfachen Vorzügen, welche dem Alterthum zu Theil wurden, nicht gering anzuschlagen, dass der Natursinn des Griechen nicht bloss durch die glänzendere und reichere Färbung der Landschaft belebt wurde, sondern auch

durch schönere Gestaltungen des organischen Lebens, aus denen er die Studien zu seinen Kunstwerken schöpfen konnte. Wo giebt es im Norden eine Pflanze, die in gleichem Grade, wie das Acanthus-Blatt, sich zum Zierrath von Arabesken eignet und zugleich durch die gedrängte Aehre von prunkenden, weissen Blüthen zur Betrachtung des in sich Vollendeten einladet? Aber mit feinem Geschmack wusste die griechische Kunst das Geeignete auszuwählen. Die Aufgabe, die Gebilde der Natur in plastischen Ornamenten nachzuahmen, löst sie, indem sie das Blatt des Acanthus zum Schmuck der korinthischen Säule verwendet und, die Ueberladung mit gedrängten Blumen verschmähend, dem einfacheren Bau der Lilie den Vorzug giebt. So sind zwar der Oelbaum und Poseidon's Fichte in ihre Götterwelt verflochten, aber nur der ebenmässig gerundete Zapfen der Pinie dient, den Thyrsusstab zu krönen, und das ewig grünende Laub des Lorbeers, die Stirn für hervorragende Leistungen zu bekränzen. Es ist eben der Vortheil des grösseren Reichthums organischer Bildungen, den Regungen der Phantasie einen weiteren Spielraum zu bieten. Kaum ist der kurze Winter vorüber, so bedeckt sich die Flur mit den Blüthen unzähliger Zwiebelgewächse. Es ist die Zeit der Narcissen, der Tulpen und Hyacinthen, des Crocus und der Orchideen, deren Ernährung viele Monate in den unterirdischen Organen vorbereitet ward und deren Blüthenpracht nun in wenig Tagen vorübereilt. Dann folgen die verschiedensten Kräuter und Stauden, die einjährigen Leguminosen, die im Frühlingsregen keimen und oft schon, ehe die Keimblätter verdorrt sind, ihre Blüthen und Früchte entwickeln, aber schon zu dieser Zeit ist das Wachsthum so mächtig, dass aus dem Teppich der kleineren Gewächse üppig wuchernde Synanthereen und Umbelliferen sich hoch erheben. In der Provence beginnt die Blüthe des Acanthus schon im April, zugleich mit der des weissen Asphodelus und einer gelben Doldenpflanze (*Ferula*), deren kräftiger Stengel zuvor zu Mannshöhe aufgeschossen ist. Je näher die trockene Jahrszeit heranrückt, desto mannigfaltiger wird der Blumenflor von Synanthereen und von aromatischen Labiaten, und, je später sie blühen, desto mehr neigen die unteren Stengeltheile zur Holzbildung, so dass solche Gewächse, die man Halbsträucher zu nennen pflegt, sich leichter im Sommer zu erhalten vermögen. Auch diese Art des Wachsthums gehört zu denen, die in den Savanen der tropischen Zone noch viel allgemeiner werden und die Matten der Mediterranflora mit ihnen verknüpfen. So üppig aber

auch und so mannigfaltig die Vegetation dieser Matten unter dem Einfluss der Feuchtigkeit werden kann, so ist doch ihr Werth für die grössere Thierwelt nur gering. Sie scheinen von der Natur viel mehr für die Insekten als für die Säugethiere bestimmt zu sein. Nicht die Hirsche der nordischen Wälder, nicht die Antilopenheerden der afrikanischen Savanen, sondern Ziegen und Schafe nähren sich auf den steinigen Weidegründen Südeuropas.

Fassen wir nun zum Schluss die Pflanzenformen der immergrünen Region in einem Rückblicke zusammen, so tritt uns aus ihrer Gesammtreihe überall das Ergebniss entgegen, wie die Natur bestrebt ist, in dieser Zone des Winterregens durch allmälige Uebergänge den Norden mit den tropischen Bildungen zu vermitteln. Allein dies geschieht in den einzelnen Kontinenten nicht auf dieselbe Weise und wir werden daher sowohl in Asien, wie in Nordamerika eigenthümliche Vergleichungspunkte und Unterschiede aufzusuchen und zu erklären finden. Am Mittelmeer ist die Anzahl der Holzgewächse, die in den feuchteren Tropenlandschaften den überwiegenden Theil der ganzen Flora bilden, gegen Mitteleuropa schon bedeutend vermehrt, und andere Pflanzenformen, wie die Rohrgräser, zeigen, der verlängerten Entwickelungsperiode entsprechend, eine höhere Kraft, zu gesteigerter Grösse emporzuwachsen. Auf der anderen Seite sind aber auch die einjährigen Gewächse in der Mediterranflora an gewissen Orten überwiegend zahlreich [81]). Zu der gewohnten Vegetation der gemässigten Zone treten von tropischen Formen die immergrünen Laubhölzer und Palmen, von den letzteren jedoch, sofern man das ursprünglich Gegebene ins Auge fasst, nur der schwache Abglanz der Zwergpalme. Aber noch viel unbedeutender erscheint der Antheil tropischer Familien an der Zusammensetzung der Mediterranflora, wenn man die Vegetation des östlichen Asiens und der wärmeren Gegenden Nordamerikas gegenüberstellt. Am Mittelmeer giebt es nur einzelne Arten zon Myrtaceen, Laurineen, Terebinthaceen, Palmen und Acanthaceen, während in den beiden anderen Kontinenten solche Uebergänge zu den tropischen Organisationen viel zahlreicher in die gemässigte Zone eindringen. Es scheint, dass der breite, afrikanische Wüstengürtel der Vermischung mit den Erzeugnissen tropischer Klimate entgegenstand, indem die einzige Verbindungsstrasse mit dem Sudan, die des Nilthals, die Mediterranflora unmittelbar kaum berührt.

Vegetationsformationen. Die Physiognomie der Natur ist

durch den Einfluss des Menschen im südlichen ebenso sehr, wie im mittleren Europa, aber in anderer Weise geändert worden. Die ursprünglichen Wälder haben sich in noch weiterem Umfange vermindert, aber ausgedehnte Baumkulturen, die Pflanzungen von Oel- und Maulbeerbäumen bieten einigen, gewiss auch klimatischen Ersatz. In vielen Gegenden hat nicht so sehr der Anbau des Bodens die Wälder verdrängt als dessen Vernachlässigung und der Holzbedarf so vieler Jahrhunderte. Oder wo einst, wie in Sicilien, der Ackerbau blühte, der immer am vortheilhaftesten auf Kosten des Waldbodens sich entwickelt, haben mit den Rückschritten der Kultur nicht wieder Bäume, sondern andere Gewächse die unbebauten Fluren eingenommen. Lange Zeiträume hindurch schützen die Wälder sich selbst, aber, ist einmal dieser Schutz hinweggefallen, so bedarf es noch viel längerer Perioden, bis die stetige, aber so langsam fortschreitende Erneuerung der unorganischen Nahrungsstoffe im erschöpften Erdreich so weit fortgeschritten ist, dass das Baumleben wieder aufs Neue erwachen und sich verjüngen kann. So ist es geschehen, dass weit grössere Räume im Süden als im Norden von Europa brach liegen und im natürlichen, wie im industriellen Kreislauf der organischen Bildungen die Quellen des nationalen Reichthums seit dem Alterthum gesunken sind.

Doch tragen auch ursprünglich gegebene Verhältnisse dazu bei, ungeachtet des reicheren Klimas im Süden die Wagschale zu Gunsten des mittleren und westlichen Europas zu senken. Die geognostische Grundlage ist in einem grossen Theile des Mittelmeergebiets einförmiger; harte Kalkgesteine, die häufig vorherrschen, sind weniger geeignet, zu fruchtbaren Erdkrumen zu verwittern, und die Bewegung der Nahrungsstoffe erleidet jedes Jahr in den dürren Monaten einen Stillstand, wenn das fliessende Wasser zu versiegen droht. Wie nachtheilig solche Einflüsse wirken, zeigt sich in den örtlich oft so nahe gerückten Gegensätzen höchster Ergiebigkeit des Bodens und öder Wüstenei, wovon Spanien zahlreiche Beispiele liefert. In den durch Natur oder Kunst reicher bewässerten, freilich nur sparsam über Südeuropa vertheilten Alluvialebenen sind die Felder noch ebenso fruchtbar wie zu den Zeiten der Römer und Araber. In der Lombardei, deren Erdkrumen aus den Quellgebieten der Alpenflüsse unaufhörlich erneuert werden, ist, wie schon der ältere Saussure als denkwürdige Thatsache anführt, keine Abnahme der Fruchtbarkeit seit den ältesten Zeiten nachzuweisen [82]).

Die einheimischen Gewächse des Mittelmeergebiets ordnen sich nur zu drei Hauptformationen, die den grössten Theil des nicht beackerten Bodens einnehmen, zu Wäldern, Gesträuchen und offenen Matten. Im Spanischen werden sie am deutlichsten durch besondere Bezeichnungen unterschieden: hier bedeuten Monte die bewaldeten, Montebaxo die mit Gebüsch bekleideten, Tomillares die offenen, mit Kräutern und Halbsträuchern bewachsenen Abschnitte der Landschaft. Der spanische Montebaxo entspricht den Maquis Korsikas, den Garrigues Südfrankreichs, die man in Italien Macchie nennt. Auch im Griechischen hat man eine charakteristische Bezeichnung für die Tomillares: während man sie in Spanien nach den Labiaten benennt, die ihren Duft in die Luft ausströmen, heissen sie in Griechenland Xerovuni, weil die trockenen Hügel von solchen Matten bedeckt sind [83]). Diese Namen lassen sich sowohl auf die immergrüne Region aller Halbinseln, als auch auf die Berglandschaften übertragen, aber da die deutschen Ausdrücke in den beiden anderen Fällen genügen, habe ich nur des bekannteren der Maquis zur Bezeichnung der Gesträuchformationen mich bedient. In Spanien gewinnen ausserdem die Formationen der Steppe eine besondere Bedeutung, die denen des südlichen Russlands zu vergleichen sind. Die Wiesen des nördlichen Europas fehlen dem Süden fast ganz, indem sie nur hier und da als Seemarschen oder, wie in der Lombardei, auf künstlich bewässertem Boden auftreten und selbst in den meisten Gebirgen selten sind.

Die Wälder sind wahrscheinlich doch auf allen vier Halbinseln noch nicht in dem Grade vermindert wie in Frankreich. Indessen fehlt es bis jetzt an statistischen Vergleichungen [84]), so dass nur einzelne Thatsachen anzuführen sind, auf die ich diese Meinung gründe. Die Gebirge scheinen im Westen noch ziemlich waldreich zu sein; die Reisenden würden sonst die Kahlheit der Sierra Nevada und des Atlas nicht als etwas Auffälliges hervorheben. Am Rande des spanischen Tafellandes fand Willkomm [85]) ausgedehnte Nadelholzbestände, namentlich auf den Idubeden, dem Grenzgebirge von Aragonien, Valencia und Kastilien; reich sind sodann an immergrünen Eichen die malerischen Thalebenen von Estremadura, z. B. zwischen Plasencia und dem Tajo, ferner die Granitformationen der Sierra Morena, und an der sandigen Südwestküste Andalusiens erstrecken sich von Gibraltar bis zur Mündung des Guadiana die schon erwähnten Hochwälder von Pinien und Korkeichen. Auch Portugal

ist an Waldungen nicht arm zu nennen, wenigstens nicht in den Hügellandschaften, die dem Tajo nördlich liegen. In Nordafrika sind am Atlas diejenigen Abhänge nicht ohne Wald, welche gegen den trockenen, von Spanien kommenden Nordwestwind geschützt liegen und desshalb die Feuchtigkeit im Sommer länger bewahren. In Italien ist der südliche Apennin von den Abruzzen bis Kalabrien noch jetzt reichlich bewaldet, auf der griechischen Halbinsel das nördliche Albanien, Euboea und der Pindus. Endlich besitzt auch der Taurus im Süden von Kleinasien, sowie der Nordabhang des pontischen Gebirgs bis zum westlichen Kaukasus zusammenhängende Waldregionen.

Es geht aus dieser Uebersicht hervor, dass, wenn auch viele Gebirge, die ehemals bewaldet waren, gegenwärtig kahl sind, doch die höher gelegenen Landschaften in dieser Beziehung vor der immergrünen Region einen gewissen Vorzug bewahrt haben. Dieser Unterschied aber wird dadurch noch bemerklicher, dass grosse, geschlossene Hochwälder an den Küsten äusserst selten sind, da die immergrünen Bäume meistens lichte Bestände bilden und denen des Nordens an Höhe des Wuchses nachstehen. Aber auch in den Gebirgen ist zerstreutes und niedriges Wachsthum der Stämme sehr gewöhnlich. Dadurch werden beispielsweise die dichten Laricio-Wälder von Cuença[84]) den mit Juniperus-Stämmen nur schwach besetzten Höhen der Idubeden sehr ungleich, wo die weiten Zwischenräume zwischen den Bäumen von Strauchformen desselben Geschlechts bekleidet sind. Sieht man, wie die Maquis so allgemein in die lichten Wälder eindringen, und wie vollkommen dieses Unterholz der selbständigen Gesträuchformation gleicht, so kommt man zu der Vorstellung, dass die Zerstörung des Baumlebens in Südeuropa erst die Entstehung der Maquis zur Folge hatte. In vielen Gegenden ist dies auch ohne Zweifel der historische Vorgang gewesen, der die veränderte Physiognomie der Landschaft bedingte. Allein die Vegetation der Sträucher erscheint der von den atmosphärischen Bewegungen abhängigen Dürre des Sommers schon ursprünglich angemessener als das Wachsthum höherer Bäume, die zur Ausbildung ihrer Holzringe einer längeren jährlichen Entwickelungsperiode bedürfen. Und gerade dies macht den Grössenunterschied der nord- und südeuropäischen Bäume und die Neigung der letzteren, in Strauchformen überzugehen, erklärlich. Es ist daher wohl anzunehmen, dass wenigstens die Küstenregion von Anfang an wenig

bewaldet war, und so ist auch die Erfahrung zu beurtheilen, dass die Vertheilung der Wälder und der Maquis zunächst von der Beschaffenheit der Erdkrume, also von einer ursprünglich gegebenen Bedingung abhängt. Willkomm geht so weit, zu behaupten, dass in Spanien die Wälder überhaupt nur auf sandigen Boden eingeschränkt seien. Wenn man indessen die immergrünen Eichen in der Provence auf dem nackten Felsgestein fortkommen sieht, in dessen Spalten die knorrigen Wurzeln sich eindrängen, so erkennt man, dass auch hier die verschiedenen Baumarten in ihren Ansprüchen an den Boden ungleich sind. Richtig ist in jener Bemerkung aber dies, dass die dichteren Nadelholzwälder im tiefen Sandboden noch gedeihen, ohne dann in ihrem Schatten das Unterholz aufkommen zu lassen, und dass, je schwächer die abgelagerte Erdkrume wird, auch die Waldbestände sich lichten und die Maquis die Herrschaft zu behaupten pflegen.

Die Maquis sind unter allen Formationen des südlichen Europas die eigenthümlichsten und bestimmen in der Küstenregion die Physiognomie der Landschaft oft allein. Ueberall häufig, bedecken sie in gewissen Gegenden, wie in Korsika, auf den dalmatischen Inseln, am Nordgestade des ägäischen Meers, mit Ausschluss jeder anderen Vegetation die weitesten Räume. Oft ist ihr Bereich eine unheimliche Einöde freiwillig wuchernder, unbenutzter Sträucher, durch welche nur enge Fusspfade hindurchführen, und in deren Dickicht im Orient der Schakal seine Wohnung hat, in Nordafrika andere Raubthiere sich verbergen. Je nachdem der Boden steiniger oder die humose Erdschicht stärker wird, ist das Wachsthum lichter oder gedrängter und die Höhe des Gesträuchs wechselnd. Die nackten, festen Kalkgesteine sind der Vegetation der Maquis günstig und bestimmen ihre Verbreitung in Kastilien, wo sie sowohl dem Gyps als dem granitischen und Sandstein-Boden fehlen und erst mit der Jura-Formation der Idubeden von Cuença verknüpft sind[86]). An der Küste von Thracien und Macedonien finden sie sich hingegen gleichmässig auf Glimmerschiefer und Kalk[87]) und bilden an der Landzunge des Athos gerade auf dem reichen Verwitterungsprodukt des Schiefers, welches sie mit Humus erfüllen, jenes üppige und hoch aufragende Dickicht, wo der schattige Reitpfad von den fest durchwachsenen, undurchdringlichen Wänden des Gesträuchs eingeschlossen wird. Auf dem dürren Boden der spanischen Halbinsel bleiben die Sträucher niedrig und wachsen zerstreut: hier gleicht die Land-

schaft einer Steppe, weil die Belaubung unterdrückt ist, und auch die lichten Waldungen können ihr keinen Schmuck verleihen, wo die Bewässerung so spärlich zu Gebote steht. Mit der ungleichen Höhe und Dichtigkeit des Wuchses ist in den Maquis zugleich die mannigfaltige oder einförmige Mischung der Pflanzenformen verbunden, die sie zusammensetzen. In der immergrünen Region ist ihr Charakter gewöhnlich durch einige wenige Arten von Sträuchern bestimmt, die in ihnen vorherrschen, indem diese bald der Oleander- und Myrtenform, bald den Eriken und Genisteen oder den Cisten angehören. Je reicher der Boden ist, auf dem die Maquis sich entwickeln, desto mehr vermischen sich diese Formen zu einem durch Mannigfaltigkeit des Einzelnen anziehenden Ganzen. Diese aber fehlt auch dem niedrigen Gestrüpp auf sonnigem Felsboden nicht, weil hier die Zwischenräume durch eine bunte Vegetation von Stauden und Zwiebelgewächsen im Frühlinge geschmückt sind, die den Uebergang zu den Tomillares vermittelt. Aber nicht bloss vom Boden ist der Charakter der Maquis abhängig, sondern auch von dem Verhältniss zu den Vegetationscentren und vom Klima. Auf dem Festlande, wo die Vermischung der Formen erleichtert ist, sind sie an Bestandtheilen reicher ausgestattet als auf den Inseln, sofern nach diesen gewisse Arten einwandern konnten, andere nicht. So sind die Maquis auf Cypern oft nur aus zwei Sträuchern zusammengesetzt [88]), am Fuss des Athos herrschen acht verschiedene Gewächse vor, die, unter einander gemischt, die Oleander-, Cisten- und Erikenformen mit den Genisteen zu einem Gesammtbilde vereinigen. Die klimatischen Einflüsse zeigen sich theils in den schon früher erörterten Eigenthümlichkeiten Spaniens, theils bei der Vergleichung der Maquis in den Regionen verschiedenen Niveaus. Am grössten ist in dieser Beziehung die Ungleichheit der Vegetationsorgane, je nachdem das Laub der Sträucher immer grün bleibt oder periodisch abgeworfen wird und dessen Bildung beschränkt oder durch Dornen ersetzt ist. Viel eigenthümlicher sind die Maquis der immergrünen Region und des spanischen Tafellandes als die Gesträuchformationen des Gebirgs. Nähert man sich dem Steppenklima, so werden die Dornsträucher häufiger und ersetzen die Laubsträucher zuweilen ganz. Das niedrige Dorngestrüpp, welches die wellenförmige, wüste Ebene Thraciens unmittelbar an den üppig bewachsenen Ufern des Bosporus bekleidet [89]), besteht nur aus einem einzigen Gewächs (*Poterium spinosum*), welches nach Art der Calluna gesellig wächst und in Cypern, wo es

in gleicher Weise vorkommt, Stoebe genannt wird[90]. Wie am Pontus in die immergrünen Maquis sich mitteleuropäische Holzgewächse häufiger einmischen, so sind es zu Gesträuch verkümmerte Eichen, die im Winter ihr Laub verlieren, wodurch die Maquis in den Berglandschaften oft allein ersetzt werden. Hier scheint die Formation aus vernachlässigten Wäldern um so deutlicher hervorgegangen zu sein, als die Bäume und Sträucher der Art nach übereinstimmen. Aber ist dies auf den östlichen Halbinseln der gewöhnliche Fall, so erkennt man die besondere, klimatische Stellung Spaniens auch daran, dass hier die Maquis auch im Gebirge ihren eigenthümlichen Charakter bewahren und dornige Genisteen nicht bloss das Tafelland am Fusse der Sierra Nevada bewohnen, sondern durch alle Regionen bis zur alpinen Grenze der strauchförmigen Holzgewächse vorherrschen.

Auf die Physiognomie der Matten und ihre Bedeutung als Weideland hat die geognostische Unterlage und die Beschaffenheit der Erdkrume einen noch grösseren Einfluss als auf die Maquis. Es ist daher schwer, diese in der immergrünen Region so überaus mannigfaltigen Gruppirungen von Stauden und Halbsträuchern, von einjährigen Kräutern, Gräsern und Zwiebelgewächsen unter allgemeinere Gesichtspunkte zu stellen. Nur selten wird der Charakter der Formation durch eine einzelne, gesellig auftretende Pflanzenform bestimmt, wie dies bei den einjährigen Gramineen und bei den Halbsträuchern aus der Familie der Labiaten wohl der Fall ist. Gewöhnlich sind die Bestandtheile gemischt und das Détail beruht auf den geringfügigen und doch maassgebenden Verschiedenheiten der steinigen, sandigen oder thonreichen Erdkrumen. Einige Beispiele zeichnen diese Verhältnisse deutlicher als eine allgemeinere Uebersicht. An der thracischen Küste[91] habe ich auf einem beschränkten Raume neben der Maritza-Mündung den Einfluss des Bodens auf die Zusammensetzung der Matten nachgewiesen. Gewisse, einjährige Gräser charakterisiren den sandigen Kies, andere den humosen Thonboden; wo beide Erdkrumen sich zu einem kiesreichen Lehm gemengt hatten, herrschten aromatische Anthemideen, die einen besseren Weidegrund boten; und wo auch der Kies sich verlor, hatten gesellige Kleearten diese verdrängt und die Matte durch ihre Humusbildung bereichert. An den Glimmerschieferhügeln von Salonichi[92], wo die Erdkrume viel geringer ist, waren die einjährigen Gewächse längst verschwunden als ich im Juni daselbst die Vegetation aus einem Gemisch von

Stauden und Halbsträuchern, aus Labiaten, Disteln, Caryophylleen und Doldenpflanzen gebildet sah. Aehnliche Vergleichungen des Bodens mit der Zusammensetzung der Matten entwarf Reuter aus der Umgegend von Madrid [86]). Hier bezeichnen die Tomillares mit ihren verholzenden Labiaten den Thonboden, während auf den sandigen Erdkrumen im Frühling die einjährigen Kräuter vorherrschen, unter denen die Cruciferen aus der Reihe der Brassiceen die häufigsten sind, denen dann später Doldenpflanzen und andere Stauden nachfolgen. In Spanien kommen die Matten mit wechselnden Bestandtheilen in allen Regionen vor, weil von der Küste bis zu den höchsten Erhebungen der Sierra Nevada nirgends der dürre Boden fehlt, dem sie im Gegensatz zu den Wiesen des Nordens entspriessen, und der auf dieser Halbinsel in Folge ihres Plateauklimas so verbreitet ist. In Italien und im Orient zeigt die alpine Region ebenfalls blumenreiche Matten, weil dieselbe, selten so feucht wie in den Alpen, den Graswuchs weniger begünstigt, und daher auch der Sennwirthschaft kein so ergiebiges Feld wie dort zu bieten pflegt.

In dem trockeneren Klima der Osthälfte Spaniens gehen die Matten in die Formationen der Steppe über. Aber hier sind es nicht, wie in Russland und Vorderasien, die klimatischen Verhältnisse allein, die diesen Wechsel hervorrufen, sondern die Steppe ist nur da vollkommen charakteristisch ausgebildet, wo die Salz führende Gypsformation das geognostische Substrat bildet. Von den Matten unterscheidet sich die Steppe dadurch zunächst, dass der Boden unvollständiger bewachsen ist und das nackte Erdreich zwischen den Gewächsen überall hervorschimmert. Mit der russischen Grassteppe kann man zwar die Esparto-Formation Spaniens (*Macrochloa*) insofern vergleichen, als hier der Grasrasen ebenso wie dort aus einer Stipacee gebildet wird, aber da der Boden vollständiger bekleidet ist, so erscheint es naturgemäss, den Esparto von der Steppenvegetation auszuscheiden und als eine der zahlreichen Gliederungen der Mattenformationen zu betrachten. Mit Recht hat daher Willkomm [93]) den Esparto unter den spanischen Steppenpflanzen gar nicht aufgeführt und die Steppe auf den Gyps- und Salzboden eingeschränkt. In diesem Sinne aufgefasst, verhalten sich die spanischen Steppenformationen so zu den russisch-asiatischen, dass die Vegetation der Halophyten physiognomisch übereinstimmt, die Erzeugnisse der Grassteppe dagegen durch eine Reihe von geselligen Stauden und niedrigen Halbsträuchern ersetzt werden, unter denen nur die

Artemisien den gleichen Bildungstypus wiederholen und die Gräser zurücktreten. Wie daher Spanien sich durch besondere Pflanzenformen auszeichnet, so ist auch der Charakter der Steppe ein eigenthümlicher, und mehr als ein Dritttheil der Halophyten besteht nach Willkomm's Aufzählung aus endemischen Arten. Er führt acht Stauden oder Halbstäucher und eine perennirende Graminee (*Lygeum*) an, die durch ihr geselliges Wachsthum auf dem anstehenden Gyps für sich grosse Räume ausfüllen. Unter diesen sind zwei Artemisien, sodann einzelne Arten von Cistineen (*Helianthemum squamatum*), Caryophylleen (*Gypsophila*), Leguminosen (*Ononis crassifolia*), Synanthereen (*Zollikoferia*), Labiaten (*Sideritis*) und Chenopodeen (*Salsola*). Sie wachsen in polsterförmigen Büscheln, und zwischen ihnen schimmert der weisse Boden hervor, über den sie, wie schwärzliche Flecken, ausgestreut sind. Noch öder wird die Steppe, wo die Erdkrume lehmig oder sandig ist und statt dieser geselligen Pflanzen die Vegetation sich so vereinzelt und so verkümmert ist, dass sie »schon in geringer Entfernung dem Auge sich gänzlich entzieht« und man auf weiten Räumen nichts gewahrt als die Farbe des Erdreichs. Zwischen den nackten Gypshügeln vegetiren endlich in den sumpfigen Thalgründen, wo das Natriumsalz sich sammelt, die geselligen Halophyten, mannigfaltige Chenopodeen und Staticen, die ersteren zum Theil strauchartig, gerade wie am Seestrande, unter ihnen auch die beiden blattlosen Succulenten (*Salsola*) und ein sonderbares, niederliegendes Holzgewächs, dessen gegliederte Aeste sich kaum einen Zoll hoch über den Boden erheben (*Herniaria fruticosa*). Von etwa 160 Halophyten, welche die spanische Salzsteppe bewohnen, hat die Mehrzahl ein fahles, bleiches Grün oder ähnliche unbestimmte Farbentöne, die durch verschiedenartige Bekleidungen der Epidermis bedingt sind, durch kleine Schuppen oder einen mehligen Anflug auf den Blättern, oder auch eine wachsartige Sekretion. Es leuchtet ein, dass dies Schutzmittel gegen die Verdunstung sind, es ist derselbe Zweck, der bei der Chenopodenform durch die succulenten Blätter angedeutet ist und hier, wie anderswo nachzuweisen, durch den Salzgehalt des Safts erreicht wird. Die fünf grösseren Steppen, welche Willkomm in Spanien unterscheidet, vertheilen sich, indem sie von dem Auftreten der Gypsformation abhängen, ziemlich unregelmässig über die östliche Hälfte der Halbinsel. Nur zwei, die von Kastilien und Granada, gehören dem Hochlande an, die drei anderen liegen in den Tiefebenen von Aragonien, Murcia und Nieder-Andalusien. Die

ersteren haben daher den strengeren Plateauwinter, die letzteren nicht, und doch ist in beiden Fällen der Vegetationscharakter der nämliche: nur von der andalusischen Steppe im Osten von Sevilla ist dieses noch ungewiss. Von den klimatischen Momenten ist daher nur die Trockenheit der Luft ein diesen Gegenden gemeinsames Verhältniss, von der ungleichen Wintertemperatur des Hoch- und Tieflands sind die spanischen Halophyten unabhängig und erscheinen nur durch den Natriumgehalt der Erdkrume an ihre Oertlichkeit gebunden. Aber auch so trockene Landschaften kehren bis Anatolien und Russland nicht wieder, ja die Gypsformation selbst, die in so vielen Gegenden der Erde, wo die Verdunstung gross und der Abfluss des Wassers zum Meere gehemmt ist, die Natriumsalze begleitet, kann als eine geologische Nachwirkung des trockenen Klimas aufgefasst werden. Die Steppenformationen sind daher in Südeuropa eine Eigenthümlichkeit Spaniens und nur den ähnlichen Vegetationsbedingungen an den Grenzen der algerischen Sahara geographisch näher gerückt.

Von den übrigen Formationen, von denen einige, wie die der Zwergpalme, schon früher erörtert, andere auf zu beschränkte Räumlichkeiten angewiesen sind, um in der Physiognomie der Landschaften bedeutend wirken zu können, verdienen nur noch diejenigen einen umfassenden Ueberblick, die unter dem Einflusse des Menschen erst entstanden sind. Bei dem Anbau der im Grossen kultivirten Gewächse fallen zunächst die Vortheile der längeren Vegetationsperiode ins Gewicht. Hierauf beruht das Ueberwiegen der Baumkultur, welche die bebauten Fluren aus der Ferne bewaldet erscheinen lässt, hierauf bei den Cerealien die Möglichkeit nicht bloss, in demselben Jahre wiederholte Ernten zu erzielen, sondern auch die Einführung von Gewächsen, die diesseits der Alpen nicht mehr zur Reife gelangen. Die Hauptgetraide-Arten sind in Südeuropa der Weizen und der Mais. Während die Weizenäcker bald wieder brach liegen und in vielen Gegenden eine Nachfrucht zulassen, erheischt der Mais eine längere Entwickelungszeit. Denn wiewohl diese Pflanze in ihrer amerikanischen Heimath durch leichte Akklimatisationsfähigkeit vor allen übrigen Cerealien hervorragt und Spielarten erzeugt, welche die kurze Vegetationsperiode Kanadas ertragen, gedeiht sie in Europa nur innerhalb des Weinklimas. Aehnlich scheint es sich mit dem Reis zu verhalten, von dem in China eine Spielart, der Bergreis, in drei Monaten reif wird, dessen Anbau in Europa nicht

gelungen ist. In Italien fordert die Reiskultur eine Entwickelungszeit von sieben Monaten und ist, da die Felder im Frühlinge überstaut werden müssen, nur in solchen Ebenen möglich, wo die erforderlichen Bewässerungsanstalten bestehen, wie in der Lombardei und in Andalusien. Wenn wir den Bedingungen nachforschen, von denen der Anbau gerade der wichtigsten Kulturgewächse oder die Erzeugung ihrer Variationen abhängt, treffen wir nicht selten auf Erscheinungen, und gehörten sie auch zu den bekanntesten, deren klimatischer Zusammenhang doch schwierig oder auch gar nicht zu erklären ist. So verhält es sich mit dem Mais- und Reisbau in Europa und anderen Erdtheilen. Auch der Weinbau des Mittelmeergebiets bietet ein ähnliches Problem. Wer wüsste nicht, dass der Gehalt der Trauben an Zucker in demselben Maasse wächst, als wir uns von der Polargrenze der Weinkultur entfernen, und dass das stärkere Feuer der südlichen Weine hievon abhängt? Es ist nun zwar leicht zu erkennen, dass der Weinstock durch den trockenen Sommer in seiner Entwickelung nicht beschränkt wird, dass die höhere Wärme zur Zeit der Traubenreife die Erzeugung des Zuckers steigert, und dass die organischen Säuren im Geschmack gegen die vermehrte Süsse zurücktreten, aber nirgends finden wir in der völlig gereiften Frucht noch Ueberreste des Stärkemehls, aus welchem der Traubenzucker sich erst bilden muss, und warum ist also in südlicheren Klimaten der Gehalt an Stärkemehl in den unreifen Beeren grösser? Dürfte man nicht annehmen, dass in der höheren Sommerwärme die Vegetation des Weinstocks intensiver wird und die Blätter, die auch in der grössten Dürre frisch bleiben, eine längere Zeit hindurch fortfahren, Stärkemehl in den Trauben abzulagern? So wäre der Einfluss, den die Weinkultur am Mittelmeer auf die Physiognomie der verdorrten Sommerlandschaft durch ihr grünendes Laub gewinnt, wie früher bemerkt, in den tief in den Boden dringenden Wurzeln begründet, aber gerade hiedurch zugleich die Bedingung erfüllt, welche eine reichere Ausbildung der Frucht voraussehen lässt. Die Bedeutung dieser Beziehungen zwischen dem Sommerklima und einem seiner wichtigsten Erzeugnisse wird noch dadurch eine allgemeinere, dass die Weinkultur nicht, wie am Rhein, auf den geneigten und den Sonnenstrahlen ausgesetzten Boden beschränkt, sondern jeder Lage gemäss ist und sich sogar den Baumpflanzungen einfügt. Schon im Rhonethal, wo die Rebe, als wäre sie kein Schlinggewächs, am Boden hinkriecht, wird die Kultur des Weinstocks gleich dem Feldbau be-

trieben und erzeugt doch ungeachtet dieser scheinbaren Vernachlässigung die edelsten Weine. Wo sie dagegen, wie in der Provence der Olive, in der Lombardei dem Seidenbau sich unterordnet, und der Weinstock, um die Stämme geschlungen, von Baum zu Baum sich in malerischen Laubguirlanden begegnet, ist dem Triebe, zum Lichte emporzuwachsen, nicht genügt und der Werth der Trauben gemindert. In der Benutzung desselben Bodens zu verschiedenen Kulturzwecken steht die Po-Ebene allen übrigen Landschaften Südeuropas voran. Vom Walde der Maulbeerbäume, die in regelmässig geordneten Zeilen gepflanzt sind, ist die Fläche auf unermesslich erscheinende Fernen hin erfüllt, in der Nähe sodann erfreut sich das Auge nicht bloss am Laub der Rebe, sondern auch die Cerealien, der Mais, die Hirse, das zu den Baumkronen ragende Rohrgras, die verschiedenen Futtergewächse und Nutzpflanzen wachsen hier auf demselben Grundstück. Nur die Reisfelder und die Kunstwiesen sind von dieser Vermischung verschiedener Kulturgewächse ausgeschlossen. Auch zeigen die Baumpflanzungen anderer Gegenden wenig Aehnliches, die der Südfrüchte, der Oelbäume gleichen vielmehr meistens dem immergrünen Laubwalde, die letzteren wachsen dürftig und zerstreut auf dem steinigen Boden der Provence, gerade wie die Korkeichen. Die lange Entwickelungsperiode ist ein klimatisches Moment, welches die Baumkulturen im Gegensatz zu dem Anbau der Cerealien fördert, aber nicht für alle Kulturbäume des Südens in gleichem Grade nothwendig war. Wir haben gesehen, wie verschieden sich in dieser Beziehung die Orangen und Feigen und ebenso die Oel- und Maulbeerbäume verhalten. Allein da die Empfindlichkeit gegen die Winterkälte ein zweites Moment ist, welches den Anbau der Südfrüchte diesseits der Alpen verhindert, so sind die Baumkulturen auch aus diesem Grunde im Norden auf den Obstbau fast allein beschränkt, während sie im Süden so oft den ganzen Charakter der Landschaft beherrschen. Beide Verhältnisse sind auch für andere Kulturgewächse maassgebend, die aus wärmeren Gegenden abstammen, und es wächst daher ihre Mannigfaltigkeit in südwestlicher Richtung. Auch darin ist eine Annäherung an die Ergiebigkeit der Tropen ausgedrückt, dass der Unterhalt und Erwerb der Bewohner auf vielfacheren natürlichen Hülfsquellen beruht als im nördlichen Europa. Schon die Nahrungspflanzen sind zahlreicher, die Produktion der Wassermelonen (*Citrullus vulgaris*), der indischen Feigen und anderer Früchte, die den Markt füllen, ist so massenhaft, dass das Leben zu

leicht wird, um zu energischer Thätigkeit anzuspornen. Das Klima lässt es zu, dass nicht bloss die Agrumen, sondern auch noch andere Kulturgewächse aus der heissen Zone am Mittelmeer gebaut werden. Die Baumwollenpflanze (*Gossypium*) gedeiht in Unteritalien nicht bloss in einjährigen, sondern auch in Strauchformen. Aber erst in Andalusien gelingt der Anbau des Zuckerrohrs, des Pisangs, der Batate; dieses wärmste Tiefland nähert sich am meisten den Kulturbedingungen der tropischen Zone. Auch in Sicilien reift der Pisang seine Früchte, in den Gärten am Fusse des Aetna erhöht diese monokotyledonische Baumform zuweilen den Eindruck eines schon den Tropen verwandten Landschaftsbildes.

Regionen. Die Vertheilung der Pflanzen nach Höhengrenzen bietet im Mittelmeergebiet einige allgemeinere Erscheinungen dar, die zuerst zu erläutern sind, ehe wir die Regionen in den einzelnen Gebirgszügen vergleichen. Von den Alpen bis zum Atlas, ja über die Grenzen des Gebiets hinaus bis zum Pik von Teneriffa reichen die Wälder selten über das Niveau von 6000 Fuss hinaus, ohne dass, wie es von Lappland bis zu den Alpen der Fall war, die nach Süden zunehmende Wärme auf die Baumgrenze einen Einfluss ausübt. Sodann sind diese Höhengrenzen, die also von Norden nach Süden sich nicht wesentlich ändern oder, wo dies der Fall ist, durch örtliche Ursachen herabgedrückt erscheinen, in westöstlicher Richtung einem regelmässigeren Wechsel unterworfen, so dass hieraus auf die Einwirkung des Klimas zu schliessen ist.

In einer früheren Untersuchung [94]) habe ich nachgewiesen, dass die Unterschiede zwischen der klimatischen Baumgrenze der nördlichen und südlichen Alpenkette 2000 Fuss betragen können, und dass, wenn man die Gebirge des ganzen Mittelmeergebiets vergleicht, dieser Werth hier so geringen Schwankungen unterliegt, dass man ihn als von der Wärme unabhängig betrachten kann. Seitdem sind die Messungen sehr erheblich vermehrt worden, aber sie haben jenen Schluss durchaus bestätigt. In vielen Gebirgen erreichen zwar die heutigen Wälder die klimatische Grenze des Baumlebens bei Weitem nicht, aber die geographische Lage hat, wie aus folgenden Messungen erhellt, auf die höchsten Werthe, die erreicht werden, keinen Einfluss.

Ostpyrenäen am Canigou [95])	7430′	(*Pinus Abies*).
Südabhang des Kaukasus in Abchasien [96])	6600′	(*Betula*).
Sierra Nevada [97])	6500′	(*Pinus sylvestris*).
Aetna [98])	6200′	(*P. Laricio*).

Cilicischer Taurus: Südabhang 99)	6000′	(*P. Cedrus* und *Laricio*).
Nordabhang 110)	7000′	(*P. Laricio*).
Lycien 100)	8000′	(*Juniperus foetidissima*).
Nördliche Alpenkette im Allgäu 101)	5400′	(*Pinus Abies*).
Südliche Alpenkette im Martellthale am Orteler 94)	7390′	(*P. Abies* und *Larix*).

Ferner habe ich schon damals darauf aufmerksam gemacht, dass diese Unabhängigkeit von der Wärme des Klimas der Baumvegetation als solcher, nicht aber den einzelnen Baumarten zukommt, von denen eine jede der ihr eigenen Temperatursphäre gemäss in den Waldregionen sich vertheilt. Denn mit der zunehmenden Wärme des Klimas ändern sich regelmässig die Baumarten, welche die Baumgrenze bilden. Die Fichte, die in den Alpen und Pyrenäen am höchsten ansteigt, wächst in südlichen Hochgebirgen nicht. Die Edeltanne und die Buche, die in den nördlichen Alpen etwa 1000 Fuss unter der Fichtengrenze zurückbleiben, bilden auf dem Apennin, am Pindus und in Macedonien die Baumgrenze selbst. Die Lariciokiefer, die am Athos 700 Fuss unter den obersten Edeltannen aufhört, ist derselbe Baum, der am Aetna und am Taurus zu den grössten Höhen sich erhebt. Fände also die Fichte im Süden ihre übrigen Lebensbedingungen, so würde sie die Baumgrenze des südlichen Taurus noch bedeutender hinaufrücken als dies schon in Lycien durch das Auftreten des asiatischen Wachholderbaums geschieht. Es muss daher eine zum Bestehen des Baumlebens erforderliche Bedingung in den höheren Regionen der südeuropäischen Gebirge nicht erfüllt sein, und, da es die Wärme und die von dieser abhängige Vegetationszeit nicht ist, so entsteht die Frage, ob diese Ursache der Erscheinung nicht in dem Mangel an Feuchtigkeit bestehe, deren die Bäume in weit grösserem Maasse als kleinere Gewächse bedürfen. Dass die Berge als kältere Körper, die in die Atmosphäre empordringen und stärkeren Temperaturschwankungen als diese unterworfen sind, den vom Tieflande oder vom Meere aufsteigenden Wasserdampf niederschlagen, ist die Quelle ihrer grösseren Feuchtigkeit. Aber weniger leicht verständlich ist es, dass die Nebel und Wolken, welche sie erzeugen, in den höheren Regionen abnehmen. Da der Wasserdampf aus der Tiefe stetig aufsteigt und durch die Verdichtungen, welche Folge seiner Abkühlung sind, immer nur ein Theil desselben aus der Luft entfernt wird, so muss es eine physische Ursache geben, welche dem Abfliessen nach oben eine Grenze setzt. Diese Ursache scheint darin zu liegen, dass nach den Versuchen Meissner's, von

deren Genauigkeit ich mich in seinem Laboratorium überzeugen konnte, der Sauerstoff durch elektrische Spannung in die beiden Ozonformen verwandelt wird, von denen die eine, das Antozon, den Wasserdampf in Nebelbläschen verwandelt und, indem die Gegensätze der atmosphärischen Elektricität mit der Höhe wachsen, die Luft von ihrem Dampfe zuletzt vollständig befreit und die Wolkenbildung an bestimmte Grenzen bindet. Da nun in Folge dessen der Dampfgehalt der Atmosphäre über der Wolkenregion rasch abnimmt, so werden Bäume in einem gewissen Niveau nicht mehr bestehen können, wenn nicht das Gebirge so hoch und ausgedehnt ist, dass der Schnee, den der Winter sammelt, während der Vegetationsperiode zu einer dauernden Quelle fliessenden Wassers wird, welches die alpine Region tränkt und auch den Boden des Waldes feucht erhält. Die Circulation dieses Wassers durch die Bäume wird dann freilich auch wieder den Dampfgehalt der Luft bereichern, und der Waldgürtel, wo er einmal besteht, zu seiner eigenen Erhaltung beitragen. Aber im Mittelmeergebiet sind die meisten Gebirge nicht so hoch, um die Schneelinie zu erreichen, und, wo sie hoch genug wären, wie die Sierra Nevada, der Aetna, der Taurus, sind es nur einzelne Steilgipfel, die keinen oder doch nur wenig Schnee tragen. Desshalb ist der Boden der alpinen Region in den Alpen viel feuchter und reicher bewachsen, und die Wälder steigen im Norden Italiens, von grossen Schneefeldern gespeist, oft mehr als 1000 Fuss höher hinauf als auf jenen so viel südlicher gelegenen Bergen Andalusiens und Siciliens. Nur die Wälder des Taurus erreichen die Baumgrenze der Alpen und übertreffen sie sogar in Lycien: aber der Taurus ist auch an Umfang und Höhe ein wenigstens ebenso mächtiges Gebirge als die südliche Alpenkette. Auch hat der Wachholderbaum Lyciens wegen seiner verkürzten, cypressenartigen Nadelbildung gewiss ein geringeres Feuchtigkeitsbedürfniss als die Laricio-Kiefer, deren Höhengrenze im Taurus um 1000 Fuss tiefer liegt. Dass aber in den meisten Gebirgen des Gebiets die Baumgrenze zwischen 6000 und 7000 Fuss liegt, giebt uns einen Maassstab, in welchem Niveau die Wolkenbildungen sich vermindern und die trockenen Höhen der alpinen Region anfangen.

Will man den Einfluss der Wärme auf die Höhengrenzen der Regionen beurtheilen, so ist es dem Obigen zufolge erforderlich, das Niveau zu vergleichen, bis zu welchem dieselbe Baumart in verschiedenen Gebirgen ansteigt. Der Durchführung dieses Grundsatzes

stehen freilich verschiedene Bedenken im Wege, einmal, dass man oft ungewiss bleiben kann, ob die klimatische Grenze wirklich erreicht ist, sodann dass ausser der Wärme auch andere Einflüsse das Vorkommen eines Baums beschränken können. Diese Schwierigkeiten lassen sich, wenn nicht beseitigen, doch wenigstens mindern, wenn man Bäume von allgemeiner Verbreitung auswählt, über welche genügend zahlreiche Messungen vorliegen. Nur die Buche, die Kastanie und der Oelbaum scheinen im Mittelmeergebiet hiezu geeignet zu sein, aber der letztere in höherem Grade als die beiden ersteren, weil die Olivenkultur so weit reicht als sie möglich ist, die Waldbäume aber leicht unter ihrem klimatischen Niveau zurückbleiben können.

Höhengrenze des Oelbaums.

Algarvien [7]	bis 1400′
Sierra Nevada [7]	bis 3000′ (Südabhang 4200′)
Nizza [6]	bis 2400′
Aetna [6]	bis 2200′
Macedonien [102]	bis 1200′
Phrygien [103]	bis 1230′ (lokal 2000′)
Lycien [100]	bis 1500′
Cilicien [99]	bis 2000′.

Höhengrenze der Kastanie (*Castanea*).

Algarvien [7]	bis 2300′
Granada [105]	bis 5000′
Canigou [95]	bis 2460′
Apennin [104]	bis 3000′
Sicilien [104]	bis 4000′
Macedonien [102]	bis 3000′
Phrygien [103]	bis 3850′.

Höhengrenze der Buche.

Cantabrische Pyrenäen [105]	bis 4500′
Aragonischer Abhang der Sierra de Moncayo [105]	bis 3000′
Canigou [95]	bis 5000′
Südliche Alpen [104]	bis 5000′
Apennin und Aetna [104]	bis 6000′
Dalmatien [106]	bis 3000′
Macedonien [102]	bis 4400′ (strauchartig bis 4600′)
Phrygien [103]	bis 4000′
Pontisches Gebirge [103]	bis 5540′ (5700′)
Bosnien [107]	bis 4000′
Central-Karpaten [108]	bis 3000′.

Man erkennt aus den Beobachtungen sogleich, dass der Oelbaum und die Buche in ihrer vertikalen Verbreitung sich ähnlicher verhalten als die Kastanie, die in südlicher und östlicher Richtung höher ansteigt. Die beiden ersteren Bäume zeigen das schon bei der Erörterung des atlantischen Klimas erwähnte Verhältniss, dass die Höhengrenzen sowohl nach Westen als nach Osten sinken und in Italien oder bei Nizza am höchsten liegen. Die Buche sodann hebt sich noch einmal wieder im pontischen Gebirge zu einem höheren Niveau als in westlicher gelegenen Meridianen. Es frägt sich, ob dieses Steigen und Sinken der Höhengrenze aus der klimatischen Lebenssphäre der einzelnen Bäume erklärt werden kann. Ueber die Buchengrenze habe ich schon früher [106]) bemerkt, dass das See- und Kontinentalklima, über ein gewisses Maass gesteigert, dieselben herabdrücken, und in Italien sehen wir daher diesen Baum am höchsten in das Gebirge sich erheben, höher als auf den Pyrenäen und in Macedonien. Welches aber sind nun die im Westen und Osten geänderten klimatischen Werthe, die auf die Organisation der Buche solche Wirkungen ausüben können? Bei der Erörterung der Buchengrenze in den Ebenen des Nordens wurde angenommen, dass, wenn der Baum bei 8° ausschlägt und bei 6° seine Blätter wieder verliert, derselbe in Gothenburg noch 5 Monate Zeit zu seiner jährlichen Vegetation findet, in Christiana aber nicht mehr, und dass hiemit seine klimatische Sphäre überschritten ist. Auf den beiden östlichen Halbinseln des Mittelmeergebiets wiederholen sich ähnliche Bedingungen im Gebirge; die Entwickelungsperiode verkürzt sich, weil schon am Meere der Winter länger dauert als in Italien. Nur das Gebiet der pontischen Flora machte hievon eine Ausnahme, und hier hebt sich daher auch die Buchengrenze mehr als 1000 Fuss höher als in Macedonien und als an der anatolischen Westküste. Die vertikale Depression im Osten, die am Biokovo in Dalmatien ihr Maximum erreicht, ist demnach die Folge der durch die schroffere Temperaturkurve verkürzten Vegetationszeit. Die steilen Gehänge des Biokovo sind ungeachtet des milden Winters der dalmatischen Küste in dieser Beziehung noch ungünstiger gestellt als die bosnischen Hochlande, entweder weil dort der Boden die Bewaldung hindert, oder weil die Wärme nach aufwärts rascher abnimmt als auf dem von Mittelgebirgen erfüllten Plateau Bosniens. Die östliche Depression der Olivenkultur, die eine so viel längere Entwickelungsperiode fordert, beruht auf denselben klimatischen Bedingungen wie die der Buche, und,

wenn sie in Lycien und Cilicien höher ansteigt als an der Nordküste des ägäischen Meers, so erkennt man darin den Einfluss der südlicheren Breite auf die Dauer der Vegetationszeit. Die Kastanie, die durch ihr festeres Laub den Gewächsen der immergrünen Region verwandter ist als die Buche, und von der man daher erwarten sollte, dass ihre Verbreitung ein Verbindungsglied zwischen dieser und dem Oelbaum bilde, zeigt auf den Gebirgen des Südens nur wenige Andeutungen von einer durch kürzere Entwickelungsperioden bedingten Depression [109]). Indem ihre Verbreitung in nordöstlicher Richtung weit hinter der Buche zurückbleibt, findet bei ihren Höhengrenzen fast nur das einfachere klimatische Verhältniss seinen Ausdruck, dass die Wärme sowohl nach Süden als mit dem Abstande vom atlantischen Meere wächst. In Andalusien, Sicilien und an der Westküste Kleinasiens steigt daher die Kastanie am höchsten in das Gebirge und bietet, wenn man damit die westliche Depression in Portugal vergleicht, eine ebenso charakteristische Nachweisung für den Gegensatz der Temperatur-Variation in Südeuropa wie der Oelbaum. Es ist einleuchtend, dass unter den mannigfachen, klimatischen Momenten, die man unter der Bezeichnung See-Klima zusammengefasst hat, und die, je nachdem sie auf die Temperatur der verschiedenen Jahrszeiten oder auf die Dauer der Vegetationszeit sich beziehen, so ungleich auf das Pflanzenleben wirken, nur die Verminderung der Sommerwärme es sein kann, von der die Depression der Vegetationsgrenzen am atlantischen Meere gerade so wie die der Schneelinie [8]) abgeleitet werden kann. Wenn man aber sieht, wie ausserordentlich gross der Unterschied der Höhengrenzen von Algarvien und Granada ist (bei dem Oelbaum 2800 Fuss, bei der Kastanie 2700 Fuss), und doch die klimatischen Messungen der Sommerwärme von Lissabon von denen der spanischen Mittelmeerküste kaum in entsprechendem Verhältniss, sondern nur um 3° abweichen [110]), so könnte es zweifelhaft erscheinen, ob jene Angaben aus Portugal wirklich auf klimatische Grenzwerthe zu beziehen sind. Berücksichtigen wir indessen, dass die Sierra Nevada aus dem Plateau von Granada sich erhebt und die Wärmeabnahme durch dessen Einfluss eine langsamere sein muss als auf dem Küstengebirge Algarviens, so wird dieses Bedenken wenigstens theoretisch beseitigt. Denn jedes Plateauklima ist als solches kontinental, die Sommerwärme hoch, weil der Boden von der Sonne um so stärker erhitzt wird, je ebener die erwärmungsfähige Fläche ist, der Winter zwar auch kalt, weil die nächtliche

Ausstrahlung durch die Heiterkeit der Luft befördert wird, aber doch durch die auch dann fortwirkende Insolation des Tages gemildert. In der That ist die Sommerwärme von Madrid bei einem Niveau von beinahe 2000 Fuss fast ebenso hoch als an der Küste von Malaga, und da das Tafelland von Kastilien sich unmittelbar in das von Granada fortsetzt, so ist dadurch die Elevation der Vegetationsgrenzen und der Schneelinie in der Sierra Nevada vollkommen erklärlich. Gegen die Meinung Willkomm's [84], der die Depression dieser Werthe in Algarvien von dem Granit der Serra de Monchique ableiten wollte, machte ich daher geltend, dass die Erscheinung dem Aufhören des Plateau-Einflusses zuzuschreiben sein möchte. Ich glaubte, dass das benachbarte Meer und das Tiefland Portugals eine normale Abnahme der Temperatur in vertikalem Sinne zulasse, wogegen Spanien sich in dieser Hinsicht abnorm verhalte und die Vegetationsgrenzen übermässig in die Höhe rücken. Allein jetzt bin ich im Stande, diese Sätze noch zu erweitern und sie nicht bloss auf theoretische Betrachtungen, sondern auf thatsächliche Beobachtungen zu begründen. Zuerst ist festzustellen, dass der Oelbaum und die Kastanie in Algarvien wirklich ihre klimatische Höhengrenze erreichen. Ein solcher Nachweis kann auf dreifache Weise geführt werden, entweder durch Kulturgewächse, deren Anbau so weit getrieben wird, als derselbe möglich ist, oder dadurch, dass die Bäume an ihrer klimatischen Höhengrenze sich zu Sträuchern oder Krummholz umformen, oder endlich indirekt, wenn die Ergebnisse der Messungen mit denen anderer Orte, wo jene Beobachtungen möglich waren, in einem angemessenen Verhältniss der klimatischen Werthe stehen. Für den Oelbaum ist nun, wie schon früher erwähnt wurde, in Algarvien von Bonnet [7] diese Nachweisung vollständig geliefert, indem es sich dabei um einen Kulturbaum handelt und dieser nach ihm nur bis zum Niveau von 925 Fuss (300 m) kräftig vegetirt und von da an kaum bis 1400 Fuss (450 m) verkümmernd fortkommt. Ferner geht aus den meteorologischen Beobachtungen in Mafra [110], welches 700 Fuss über Lissabon an der Mündung des Tajo liegt, hervor, dass an der portugiesischen Küste die Temperatur in vertikalem Sinne und namentlich während des Sommers rascher sinkt, als vielleicht von irgend einem anderen Punkte der Erde bekannt ist. Denn der Unterschied der Jahreswärme von Lissabon und Mafra beträgt 2°, mindert sich also schon bei 350 Fuss Erhebung um einen Grad. Ein solcher Wärmeverlust tritt am südlichen Fusse der Alpen [111] erst bei einem

Niveauunterschied von 950 Fuss ein. Im Sommer sinkt die Mittelwärme von Mafra sogar um 3°, 3 unter die von Lissabon, das Maass der Abnahme also auf 212 Fuss. Mögen diese Ergebnisse nun auch noch weiterer Bestätigung bedürfen und vielleich durch örtliche Einflüsse übermässig gesteigert sein, so werfen sie doch jedenfalls auf die Depression der Vegetationsgrenzen ein neues Licht. Sie zeigen uns den Einfluss des atlantischen Meers als der mächtigsten Wasserdampfquelle von Europa, welche an den gebirgigen Küsten schon in geringer Höhe die Sonne durch Nebelbildungen verschleiern kann und die Wirkung ihrer Strahlen sogar im regenlosen Sommer abschwächt [112]). Die Unterschiede in den Höhengrenzen der Vegetation von Portugal und Granada haben daher nicht allein in dem Plateauklima Spaniens, sondern auch darin ihren Grund, dass die Wärme der Vegetationszeit in Portugal dem über das gewöhnliche Maass gesteigerten Einflusse des atlantischen Meers unterliegt, und so giebt uns die Anordnung der Regionen von der reichen klimatischen Gliederung dieser Halbinsel den sprechendsten Beweis. Was nun endlich noch die westliche Grenze der Buchenwälder betrifft, so beziehen sich die äussersten, bekannt gewordenen Standorte in Spanien auf Galicien und auf den Aragonien zugewendeten Abhang der Idubeden. Weder auf der Sierra Nevada kommt die Buche vor, noch scheint sie in Portugal einzutreten, weil sie den regenlosen Sommer nicht erträgt, der auch das Tafelland und dessen westliche Abdachung bis zur Seeküste beherrscht. Mit dem Oelbaum hat es die Buche gemein, dass ihre Höhengrenze sowohl west- wie ostwärts eine Depression erleidet, aber diese ist im Westen weniger bedeutend, weil ihr Vorkommen auf der spanischen Halbinsel so beschränkt ist. Doch beträgt der Unterschied zwischen den westlichen Pyrenäen und Italien doch noch 1500 Fuss und zeigt also ebenfalls noch deutlich den Einfluss der geminderten Sommerwärme. Wäre die noch viel tiefere Depression der Buchengrenze in Aragonien, wo dieselbe noch weitere 1500 Fuss auf das Niveau von 3000 Fuss herabsinkt, als ein klimatisches Extrem anzusehen, so dürfte man diese Erscheinung doch keineswegs auf gleiche Ursachen beziehen. Hier, am Grenzgebirge des Tafellandes ist, nach der übrigen Vegetation und nach der Lage im Inneren der Halbinsel zu urtheilen, die Sommerwärme gewiss nicht, wie an der Seeküste, vermindert, sondern man müsste diesen Waldgürtel der Sierra de Moncayo als einen äussersten Vorposten der Buchenregion betrachten, der kaum noch die nöthige Feuchtig-

keit findet, und den die Sommerdürre des kastilischen Plateaus ebenso wie die des arragonischen Tieflandes auf eine schmale Höhenzone von 1000 Fuss Breite einengt.

Bevor wir nun zur Charakteristik der Regionen in den einzelnen Gebirgen übergehen, ist noch die Frage zu erörtern, nach welchen Grundsätzen ihr Umfang zu bestimmen sei. Nach der Physiognomie der Landschaft, sofern sie auf der Grösse gewisser Pflanzen und auf dem geselligen Zusammenwachsen der Individuen beruht, wird man geneigt und auch völlig berechtigt sein, über der immergrünen Region, der eigentlichen Mediterranflora noch die beiden Abstufungen der Bergwälder und der baumlosen Höhen zu unterscheiden, das Bereich der ersteren als mitteleuropäisch und das der letzteren als alpin aufzufassen. Aber es ist dabei zu erinnern, dass diese Vergleichungen keine andere Stütze haben, als dass Gewächse von grossen Verbreitungsbezirken und bestimmte klimatische Bedingungen von den nördlichen Ebenen aus in den höher gelegenen Gebirgsregionen des Südens wiederkehren, während sie hier mit einer viel grösseren Anzahl von Pflanzen in gesellige Verbindung treten können, die Nordeuropa und den Alpen fremd sind. Eben in dieser Beziehung erscheinen die Gebirge des Mittelmeergebiets besonders lehrreich. Sie sind nicht bloss viel reicher an endemischen Erzeugnissen als die des nördlichen Europas diesseits der Alpen, sondern diese endemischen Gewächse stehen auch nach ihrer Organisation der Mediterranflora oft viel näher als den Vegetationscentren höherer Breiten. Zu ihnen gesellen sich sodann noch die vom Klima unabhängigeren Pflanzen des Südens, die leichter aus den Thälern auf die Höhen wandern können als diese aus weiten Fernen Gewächse des Nordens aufnehmen. So entsteht in den Gebirgsregionen ein buntes Gemisch, so lassen sich in der alpinen Region der Sierra Nevada sechs verschiedene Reihen von Arten nach ihrer Herkunft [113]) unterscheiden. Was sie unter einander verbindet und es möglich macht, das Gesammtbild einer solchen Vegetation aufzufassen, beruht auf der Gemeinsamkeit klimatischer Bedingungen, unter denen sie zu leben bestimmt sind, und die sich in der Bildungsweise ihrer Vegetationsorgane abspiegeln. Aber um die Grenzen der Regionen festzuhalten, ist man genöthigt, einzelne, physiognomisch bedeutende, vorherrschende Gewächse zu Grunde zu legen. Wo diese fehlen, verwischen sich auch die Grenzen, je nachdem das Klima sich im vertikalen Sinne allmälig ändert. So ist es erklärlich, dass, wo die Bäume ihre klima-

tische Höhengrenze nicht mehr erreichen, die Pflanzen der alpinen Region tiefer hinabsteigen, bis am Saum des Waldes die meisten plötzlich aufhören, in dessen Schatten sie, des Lichtes bedürftig, nun nicht weiter einzudringen vermögen.

Die Gebirge der spanischen Halbinsel entwickeln die beiden, einer höheren Breite vergleichbaren Regionen erst an den dem Tafellande aufgesetzten oder dasselbe einschliessenden Gebirgsketten, weil hier die breite Zone der eigenthümlich spanischen Vegetation zwischen der Mediterranflora und dem Waldgürtel eingeschaltet ist. Hierauf gründet sich die Bedeutung Spaniens für die Schafzucht, wo die aromatischen Tomillares des Hochlandes während des Winters einen trefflichen Weidegrund darbieten, wo die Heerden Estremaduras und Kastiliens, wie in den Hochsteppen Vorderasiens, im Mai auf die entlegenen nördlichen Gebirge Asturiens und Aragoniens getrieben werden und im Herbste nach Süden zurückkehren. Wiewohl es über die Regionen mancher spanischen Gebirgsketten an Nachrichten nicht fehlt, so gewähren doch nur diejenigen, welche wir Boissier über die Sierra Nevada verdanken [114]), eine vollständige Uebersicht der vertikalen Anordnung der spanischen Flora:

0—2000′. Immergrüne Region der Zwergpalme;
2000—5000′ (4500′ am Nordabhang). Immergrüne, spanische Region oder Region der Cisten;
5000 (4500) — 6500′. Waldregion (Region der Kiefer);
6500—11000′. Alpine Region, darin Grenzen der grösseren Sträucher bei 8000′.

Die Region der Zwergpalme besteht an der Küste von Granada aus Maquis und Matten, einheimische Bäume sind selten, einjährige Gewächse überwiegend. In der zweiten Region, in welcher die Städte Granada und Ronda liegen, ändert sich die Physiognomie der Landschaft nur wenig, aber lichte Waldungen von Nadelholz und immergrünen Eichen treten auf, die Formationen der spanischen Steppe wechseln mit den Maquis, in denen nun die Genisteen und Cisten vorherrschen, die Sträucher und Stauden werden mannichfaltiger als die einjährigen Pflanzen, und in den Matten scheiden sich deutlicher die Tomillares von der harten Rasendecke des Esparto und anderer ähnlicher Grasformen. Die Selbständigkeit dieser dem spanischen Tafellande entsprechenden Region, die klimatisch durch den winterlichen Frost und Schneefall ausgesprochen ist, beruht also weniger auf den Formationen als auf gewissen Pflanzenformen und darauf,

dass die Bestandtheile der ersteren meistens andere sind und die Zahl der endemischen Arten zunimmt. Unter den Kulturgewächsen reichen die Agrumen so weit wie die Zwergpalme, der Oelbaum und der Weinstock umfasst den grössten Theil beider Regionen. Es ist bemerkenswerth, dass die Höhengrenze der Oliven- und Weinkultur beinahe zusammenfällt, obgleich ihre klimatischen Bedingungen doch so ungleich sind. Am Südabhange der Sierra Nevada werden beide Kulturen bis zu demselben Niveau von 4200 Fuss betrieben, an der Nordseite steigt der Oelbaum bis zur Höhe von 3000 Fuss, der Weinstock bis 3500 Fuss. Es beruht diese Uebereinstimmung wohl nur darauf, dass sich die Entwickelungsperiode, deren lange Dauer dem Oelbaum nöthig ist, in gleichem oder ähnlichem Verhältniss verkürzt wie die Sommerwärme abnimmt, deren die Traube zu ihrer Zeitigung bedarf. In der dritten Region vertheilen sich die atmosphärischen Niederschläge über das ganze Jahr, indem Nebel und Gewitter im Frühling und auch den Sommer hindurch den Erdboden frisch erhalten und zwar in höherem Grade am nördlichen als am südlichen Abhange, woraus sich der grössere Pflanzenreichthum der Nordseite des Gebirgs erklärt: damit sind folglich alle Vegetationsbedingungen des nördlichen Europas gegeben. Diesen entsprechend besteht der Waldgürtel aus der nordeuropäischen Kiefer, die auf der Serrania de Ronda in demselben Niveau von der Pinsapo-Fichte vertreten wird. Auch kommen in den Thälern kleine Wiesengründe vor, wo die meisten mitteleuropäischen Pflanzen der Sierra Nevada sich vorfinden. Die Bäume indessen sind von niedrigem Wuchs, die Kieferwaldungen licht und von geringer Ausdehnung, nur noch Ueberreste von ausgedehnten Beständen, die einstmals diese Gebirge umkleideten. So ist auch, obgleich der Boden zur Sennwirthschaft genutzt wird, der zusammenhängende Wiesenrasen selten, niedrige Dornsträucher bedecken den grössten Theil der Abhänge. Ueber der Baumgrenze besteht ein breiter Vegetationsgürtel fast nur aus dem Piorno-Strauch, einer dornigen Genistee (*Genista aspalathoides*), die hier gleichsam die Region der Alpenrosen vertritt und, wie diese, eine Strecke weit in die Waldungen hinabsteigt (5500—8000 Fuss). Die Wiesen, welche sich zwischen dem Piorno-Gesträuch aussondern, sind noch aus harten Gräsern gebildet, aber über dessen oberer Grenze findet sich eine feine, dichte Grasnarbe, aus welcher die Blumen alpiner Stauden, wie auf den Alpen, hervorschimmern. Die wenigen Holzgewächse, welche nun noch übrig sind, erheben den

Stamm fast niemals vom Boden. Auf diesen Alpenmatten, die in der Sierra Nevada Borreguiles genannt werden, ruht wenigstens acht Monate lang eine zusammenhängende Schneedecke, und auch im Sommer wird der Erdboden durch den schmelzenden Schnee stets feucht gehalten. So gleichen denn auch die höchsten Gehänge des Gebirgs durchaus der Physiognomie der arktischen Flora und der alpinen Regionen: hier, wo von den Eigenthümlichkeiten des spanischen Klimas nichts mehr übrig ist, verliert sich auch unter den endemischen Gewächsen der Organisationstypus der spanischen Flora.

Die Regionen des Atlas scheinen sich denen der Sierra Nevada ähnlich zu verhalten. Auch diese Gebirgskette ist durch Hochebenen sowohl von der immergrünen Region der Mittelmeerküste als von der Sahara abgesondert [115]). Der obere Coniferengürtel Andalusiens wird auf dem algerischen Atlas durch die Ceder vertreten, von einer alpinen Flora ist nichts bekannt geworden.

In den centralen Gebirgsketten Spaniens steigt die nordeuropäische Kiefer ebenso hoch wie auf der Sierra Nevada, aber ihre untere Grenze liegt an der Nordseite der Guadarama der höheren Breite entsprechend beträchtlich tiefer [3500—6500 Fuss] [84]). An dem südlichen Abhange ist dieser Waldgürtel verschwunden [86]), und hier haben sich daher die Formationen des Tafellandes des Bodens bemächtigt, Tomillares in der unteren Region (bis 4000 Fuss), darüber das die oberen Gehänge des Gebirgs fast vollständig bekleidende Gestrüp einer nackten Genistee (*Sarothamnus purgans*).

Die Ostpyrenäen und die südlichsten Alpen, soweit sie dem Mittelmeergebiete angehören, stehen in der Anordnung ihrer Regionen in keiner Beziehung mehr zu Spanien, sondern sind in dieser Hinsicht mit dem Hauptzuge der Alpen zu vergleichen. Als Beispiele können der Canigou unweit Perpignan und der Mont Ventoux, der höchste Gipfel in der Nähe des südfranzösischen Rhonethals gelten.

Canigou. [95])

Immergrüne Region. Olivenkultur (0—1300′).
Waldregion. (1300—7430′):

Kastanie	bis 2460′
Buche	bis 5000′
Edeltanne (*Pinus Picea*)	bis 6000′
Fichte (*P. Abies*)	bis 7430′

Alpine Region (7430 - 8400′).

Mont Ventoux. [115])

Immergrüne Region am Südabhang: Olivenkultur (bis 1540′).
Waldregion (1540—5570′ am Südabhang, 5340′ am Nordabhang).
Abgesonderte Vegetationsgürtel:

	Südabhang	Nordabhang
Immergüne Eiche (*Q. Ilex*)	bis 1690′	bis 1910′
Gesträuche, z. B. *Buxus* .	bis 3540′	bis 2800′
Buchenwald	bis 5110′	bis 4065′
Gesträuch von Buchen . .	bis 5230′	
Kieferwald (*P. uncinata*) .	bis 5570′	bis 5000′
Fichtenwald (*P. Abies*) . .		bis 5340′ (abwärts bis 3000′).

Alpine Region (bis 5880′: Höhe des Gipfels).

Die Baumgrenze des Canigou liegt also, wie an gewissen Punkten der südlichen Alpenkette, fast 1000 Fuss höher als an der Sierra Nevada. An dem so viel niedrigeren Mont Ventoux, der isolirt und dem Mistral ausgesetzt der Feuchtigkeit massiger Hochgebirgsketten entbehrt, ist sie, wie auf so vielen Bergen des Mittelmeergebiets, tief herabgedrückt. In den so bedeutenden Unterschieden der nördlichen und südlichen Exposition ist es hier zugleich ausgesprochen, dass der Ventoux gerade an der Grenze der Mittelmeerflora gelegen ist. Deutlich tritt es auch in der Höhengrenze der Olivenkultur hervor, wie sehr der Südabhang der Seealpen durch die Einwirkung des Mistral begünstigt wird. Denn obgleich die Ostpyrenäen um zwei Breitengrade südlicher liegen, steigt die immergrüne Region noch um mehr als 200 Fuss höher am Mont Ventoux hinauf als dort, wo sie sogar um 900 Fuss unter der Grenze der Olivenkultur von Nizza zurückbleibt.

Ueber die Gebirge von Korsika liegen keine Messungen der Vegetationsgrenzen vor; doch wissen wir [116]), dass über den Maquis der immergrünen Region mehrere Waldgürtel folgen, zuerst die Kastanie, dann die Laricio-Kiefer, bis zuletzt am Monte d'Oro die Baumgrenze durch die Buche gebildet wird. Am Genargentu in Sardinien liegt die durch Erlenwald bezeichnete Grenze der Baumvegetation im Niveau von 5100 Fuss [117]).

Von den Regionen des Apennins hat Tenore ausführliche Nachrichten gegeben, die sich vorzugsweise auf die Abruzzen, den höchsten Theil des Gebirgs, beziehen. Allein seine Höhenangaben verdienen wenig Vertrauen, da sie mit den Durchschnittswerthen verglichen, welche wir Schouw verdanken, viel zu niedrig sind. Tenore bemerkt selbst, dass die Regionen der kalabrischen Apenninen höher

liegen als in den Abruzzen, und bei diesem Anlass erwähnt er, dass Wälder der breitblättrigen Erle (*Alnus cordifolia*) den grössten Theil des Gebirgs von Basilicata und Kalabrien bedecken, während er diesem Baum in der Gesammtübersicht seine Stelle in der immergrünen Region anweist. Ich beschränke mich daher auf die weniger vollständigen, aber zuverlässigen Angaben Schouw's [104]) und füge diejenigen Philippi's über die Regionen des Aetna [98]) hinzu.

Apennin (Mittelwerthe).

Immergrüne Region (0—1200′).
Waldregion (1200—6000′):
- Kastanie . . . . . bis 3000′
- Eiche (*Q. pedunculata*) . . . . . bis 3500′
- Buche und Edeltanne (*P. Picea*) 2500′ (Bologna) . . . . bis 6000′.

Alpine Region (6000—9200′).

Aetna.

Immergrüne Region. Olivenkultur (0—2200′).
Waldregion (2200—6200′):
- Weinbau bis 3300′, Kastanie bis 3900′;
- Eichenwald (*Q. pubescens*) bis 5500′;
- Buche 3000—6000′;
- Birke 4760—6100′;
- Laricio-Kiefer 4000—6200′, in gleichem Niveau ein Genisteenstrauch (*Gonocytisus aetnensis* 3990—6000′).

Alpine Region (6200—8950′):
- Subalpine Sträucher, in die Waldregion hinabsteigend bis 7500′ (*Juniperus hemisphaerica* 4700—7110′, *Berberis aetnensis* 5000—7110′, *Astragalus siculus* 3200—7500′);
- Alpine Stauden, gering an Zahl und zerstreut wachsend bis 8950′.

Der wesentlichste Unterschied der italienischen von den spanischen Gebirgen besteht also darin, dass Wälder, die im Winter ihr Laub verlieren, unmittelbar über der immergrünen Region beginnen, und dass, da die Baumgrenze fast in gleicher Höhe liegt, dieselben eine unverhältnissmässig viel breitere Zone einnehmen als in Spanien, wo der Cistengürtel sich in ihrem Bereich entwickelt und die mitteleuropäischen Pflanzenformen auf einen engen Raum zurückdrängt. In der alpinen Region und in deren Nachbarschaft ist die Aehnlichkeit der Sierra Nevada mit dem Aetna weit grösser als mit den Alpen; den Piorno-Strauch kann man mit der ätneischen Genistee, die sich auch auf den Gebirgen Sardiniens finden soll, vergleichen, und ebenso die alpinen Traganthsträucher zusammenstellen, die im

Süden an Bedeutung zunehmen. Aber die Mannigfaltigkeit der Vegetation ist in den höheren Theilen des Aetna weit geringer als auf anderen Bergen: über der Baumgrenze konnten nur etwa 50 Arten verzeichnet werden, und 1200 Fuss unterhalb des Gipfels verlieren sie sich ganz, während Boissier auf der Sierra Nevada noch gegen 120 Arten über der Grenze der alpinen Sträucher antraf. Die Ursachen von der Pflanzenarmuth des sicilianischen Vulkans hat Philippi auf das Klarste nachgewiesen, die Trockenheit des Bodens, das Hinderniss, welches die stets erneuerten Ueberschüttungen von eruptiven Massen der Bekleidung mit Vegetation bieten, vorangestellt, aber auch den durch die isolirte Lage des Bergs erschwerten Austausch mit anderen alpinen Vegetationscentren berücksichtigt. Mit der Befriedigung, welche die Anwendung richtiger Methoden auf das Verständniss der Natur gewährt, muss ich anerkennen, dass jener ausgezeichnete Forscher schon im Jahre 1832 von denselben Grundsätzen sich leiten liess, aus welchen auch meine Ansichten über die heutige Anordnung der Vegetation entstanden sind. Nur in einem Nebenpunkte ist Philippi's Auffassung zu erweitern. Wenn er die tiefe Lage der Baumgrenze am Aetna von dem Mangel an genügender Erdkrume auf den vulkanischen Gebilden ableitet, so ändert sich dieser Gesichtspunkt, seitdem wir wissen, dass die Erscheinung eine für das ganze Mittelmeerbecken allgemeine und daher nicht bloss von den Gesteinen, sondern auch von der Höhe und dem Klima der südeuropäischen Gebirge bedingt ist. Mit dem Apennin verglichen, unterscheidet sich der Aetna vorzüglich dadurch, dass die Wälder der mitteleuropäischen Region erst in einem viel höheren Niveau (3300 Fuss) beginnen, allein dieser Gegensatz ist, wie durch historische Zeugnisse nachgewiesen ward [118]), erst durch die Ausdehnung der Kultur und besonders des Weinbaus auf die ehemals reich bewaldeten, unteren Abhänge des Bergs eingetreten. So hat man Kunde von einem Platanenwald, der nun verschwunden ist, und der Gürtel der Kastanie scheint diesen Einwirkungen fast ganz erlegen zu sein.

Von den Gebirgsregionen der griechischen Halbinsel sind folgende Messungen näher bekannt gewörden:

Dalmatische Alpen. [106])

Immergrüne Region (0—1400').
Waldregion (1400—3000'): Eiche (*Quercus Cerris*) und Buche.
Alpine Region (3000—6000').

Scardus [macedonisch-albanisches Grenzgebirge, 42° N. B.] [119]).

Waldregion (700—4670′):
Silberlinde bis 1500′;
Kastanie und Eichengesträuch bis 2850′;
Buche bis 4360′;
Eiche (*Q. pedunculata*) bis 4670′.
Alpine Region (4670—7900′):
Subalpine Erikenform (*Bruckenthalia*) 4000—6000′.

Südmacedonisches Gebirge [41° N. B.] [120]).

Immergrüne Region (0—1245′).
Waldregion (1245—5800′):
Cerris-Eiche bis 2650′;
Buche bis 4400′ (4600′);
Himalaja-Kiefer (*Pinus Peuce*) bis 5800′ (lokal 6100′).
Alpine Region (5800—7240′):
Subalpine Erikenform (*Bruckenthalia* bis 5800′; *Juniperus nana* 5200 bis 7200′).

Athos [40° N. B.] [121]).

Immergrüne Region (0—1200′).
Waldregion (1200—5250′):
Kastanie bis 3000′;
Eiche (*Q. pubescens*) bis 3500′;
Laricio-Kiefer 3500—4500′;
Edeltanne (*P. Picea*) 1700—5250′.
Alpine Region (5250—6440′): Sträucher der Myrten- und Rhamnusform (*Daphne jasminea* und *Prunus prostrata*).

Velugo am südlichen Pindus [39° N. B.] [122]).

Immergrüne Region (bis?)
Waldregion (bis 5500′):
Eichenwald bis 3000′;
Edeltanne bis 5500′.
Alpine Region (5500—7000′): subalpin ein Traganthstrauch, auf dem Gipfel *Prunus prostrata*.

Delphi auf Euboea. [123])

Immergrüne Region (bis ?).
Waldregion:
Kastanienwald;
Edeltanne 2000—3500′ (auf Cephalonia 2800—4800′).
Alpine Region.

So viel auf diesem Gebiete noch auszufüllen übrig bleibt, so ist doch schon ein vergleichender Ueberblick möglich. Wiewohl die Gebirge auch hier die Schneelinie nicht erreichen, so erkennt man den kontinentaleren Charakter des Klimas doch allgemein daran, dass alle

in die alpine Region sich erhebenden Gipfel Macedoniens in den Schluchten, die gegen die Sonne geschützt sind, auch den Sommer hindurch Flecken von Schnee bewahren. Wenn demohngeachtet die Grenze der immergrünen Region am Nordgestade des ägäischen Meers noch ebenso hoch liegt als am Apennin, so erklärt sich das daraus, dass Schouw von Italien nur Mittelwerthe gegeben hat, welche die ausserhalb der Mediterranflora gelegenen Nordabhänge jener Gebirgskette einschliessen. Eine richtigere Vorstellung von der Anordnung der Regionen in beiden Halbinseln erhält man erst dadurch, dass man die zwischen dem 40. und 38. Breitengrade liegenden Berge vergleicht, wo sich in Unteritalien die immergrüne Region zu bedeutend höheren Niveaus erhebt als im nördlichen Apennin. Stellt man zu diesem Zweck den Athos und den Delphi auf Euboea mit dem Aetna zusammen, so ist es kaum zu bezweifeln, dass, wie der Buchenwald, so auch die immergrüne Region am ägäischen Meere tiefer liegt als in Italien. An die Stelle der subalpinen Genisteen des Aetna und der Sierra Nevada treten auf den illyrisch-macedonischen Gebirgen andere Sträucher, namentlich der Erikenform, wodurch eine nähere Beziehung zu den südlichen Karpaten und auch zum Apennin angedeutet ist. Die siebenbürgische Bruckenthalie bildet in der Nähe der Baumgrenze einen scharfbegrenzten Vegetationsgürtel, und der Zwergwachholder ersetzt das Krummholz jener Bergketten. Am Peristeri bei Bitolia sind drei Arten von Juniperus durch bestimmte Höhengrenzen von einander abgesondert (*J. Oxycedrus* bis 4600 Fuss, *J. communis* von da bis 5200 Fuss, *J. nana* über dieser letzteren). Subalpine Sträucher der Myrtenform (*Daphne jasminea* u. *glandulosa*) verbinden ebenfalls die Gebirge Macedoniens und Dalmatiens mit denen Italiens. Die längere Erhaltung des Schnees hat auf die Vegetation der alpinen Region einen deutlichen Einfluss. Wo die Gipfel nicht zu felsig sind, um die Ansammlung humosen Bodens zu gestatten, sind die Alpenmatten durch eine dichte, mit alpinen Stauden geschmückte Grasnarbe bevorzugt. Auf dem Scardus ist daher die Sennwirthschaft fast ebenso entwickelt wie auf den Alpen. Die Mannigfaltigkeit der alpinen Vegetation ist zwar auf den einzelnen Gebirgszügen wohl nicht grösser als auf der Sierra Nevada, und steht den besseren Gegenden der Alpen entschieden nach, aber, wie schon früher bemerkt wurde, wird dies durch die orographische Absonderung der Bergketten nicht bloss ausgeglichen, sondern die Gesammtsumme der zur alpinen Flora gehörenden Arten ist weit grösser als

auf den beiden westlichen Halbinseln und bildet hiedurch den Uebergang zu dem noch grösseren Reichthum Anatoliens.

Von den Randgebirgen der anatolischen Hochebene lassen sich die Regionen ebenfalls bis jetzt noch nicht vollständig vergleichen. Die wichtigsten Beobachtungen sind folgende:

Bithynischer Olymp. [124])

Immergrüne Region. Ebene von Brussa (bis 900′).
Waldregion (900—4600′):
Kastanie bis 2500′;
Nadelhölzer (*P. Picea* und *Laricio*) und Buche bis 4600′.
Alpine Region (4600—6920′: Gipfel).

Lycischer Taurus. [100])

Immergrüne Region (0—1500′).
Waldregion (1500—8000′):
Untere Waldregion (*Quercus* und *Pinus*);
Obere Waldregion aus *Juniperus foetidissima* 6000—8000′.
Alpine Region (8000—10000′).

Cilicischer Taurus [99]) (Südabhang).

Immergrüne Region (0—2000′).
Waldregion (2000—6000′):
Untere Waldregion (*Pinus* und *Quercus*) bis 3800′;
Obere Waldregion, *Pinus Laricio* vorherrschend bis 5000′, *P. Cedrus* und andere Coniferen bis 6000′.
Alpine Region (6000—10000′), fast ohne Sträucher, grösstentheils mit rasenförmig wachsenden Stauden zerstreut bewachsen.
Am Nordabhang beginnt die Waldregion über dem Plateau Karamaniens (4000′) erst bei 4800 und steigt bis 7000′.

Pontisches Gebirge [125]) (Nordabhang, östlich von Trapezunt).

Immergrüne Region. Olivenkultur. [0—1000′] [120]).
Waldregion (1000—5700′):
Sträucher der Oleander- und Rhamnusform (Rhodoreen) mit Gruppen mitteleuropäischer Laubholzbäume bis 4600′;
Buchenwald mit Coniferen (*Pinus orientalis*) und noch denselben Sträuchern (z. B. *Rhododendron ponticum, Prunus Laurocerasus*) bis 5700′.
Alpine Region (5700—10000′):
Alpenrose (*Rhododendron caucasicum*) 5700—8000′.
Alpenmatten ohne Sträucher 8000—10000′ (Schneelinie).
Der Armenien zugewendete Südabhang ist ausserhalb der Flussthäler baumlos.

Die anatolischen Gebirge unterscheiden sich von den südeuropäischen nicht bloss dadurch, dass sie auf ihrer Binnenseite an ein Steppenklima grenzen, sondern auch durch ihre durchschnittlich grössere

Höhe, die in einigen Fällen über die Linie des ewigen Schnees hinausgeht. An der pontischen Küste ist die Schneegrenze in Lasistan (41° N. B.) dieselbe wie am Kaukasus (43° N. B.), und auf dem aus dem inneren Hochlande Karamaniens über 11800 Fuss hoch sich erhebenden Argäus (38½° N. B.) soll der ewige Schnee in einem Niveau beginnen, welches nicht völlig 500 Fuss höher liegt [10470 Fuss] [127]). In Anatolien und im westlichen Armenien hat das Steppenklima auf die Höhe der Schneelinie nur einen geringen Einfluss, weil der Winter so lang und wegen der Nähe des schwarzen und mittelländischen Meers auch schneereich ist. Erst in einem weiteren Abstande von der Seeküste mindert sich die Anhäufung des Schnees am Ararat, wie bei der Steppenflora wird zu erläutern sein. Diese Verhältnisse haben in dem Reichthum und auch in dem verschiedenartigen Vegetationscharakter der alpinen Flora Anatoliens ihren Ausdruck erhalten. Wo, wie im pontisch-armenischen Gebirge die Gebirgskuppen lange Zeit von Schnee bedeckt sind, breiten sich unter dem Einflusse der Feuchtigkeit prächtige Alpenmatten aus, die eine Fülle alpiner Gewächse darbieten und durch ihre Grasnarbe die Sennwirthschaft überaus begünstigen. Hier sind im unteren Theile der alpinen Region grosse Strecken von der weissblühenden, kaukasischen Alpenrose bedeckt, die von hohen, subalpinen Stauden begleitet wird; hier wurden an derselben Oertlichkeit gegen 200 alpine Pflanzenarten vereinigt angetroffen. Das pontische Gebirge ist also auch in seinen oberen Regionen ein Verbindungsglied zwischen dem Süden und Norden, wie dies von der ganzen Abdachung bis zum Ufer des schwarzen Meers gelten darf. Obgleich nun schon der den feuchten Seewinden entzogene Südabhang des Waldes entbehrt, so wechseln doch noch durch ganz Armenien ähnliche Alpenmatten mit trockenen Hochsteppen. Die Alpenmatten finden sich da, wo der Boden feucht ist, die Hochsteppe ist das Erzeugniss des dürren Erdreichs. Die unregelmässige Gestalt und die reiche Gliederung der dem Steppenlande aufgesetzten und doch mannigfach unterbrochenen Taurusketten lässt es zu, dass der über dem Meere gesammelte Wasserdampf tief in das Innere geführt wird und zu jenen unermesslichen Schneeanhäufungen [41]) den Anlass giebt, welche im Winter das armenische Hochgebirge erfüllen. Aus ihnen wiederum erklärt sich der Reichthum an Quellen und wasserreichen Flüssen in beträchtlicher Meereshöhe, die zu den weiten und grossen Stromgebieten des Euphrat und Tigris, des Araxes, des Kur und Tschoruk sich

gleichmässig befruchtend anordnen. Vergleicht man damit die schwachen Flussadern Anatoliens, so beruht die grössere Trockenheit dieses westlicher gelegenen Hochlandes zunächst darauf, dass die Gebirgsketten im Inneren minder bedeutend sind und nur äusserst selten die Schneegrenze erreichen. Dazu kommt, dass der Taurus hier zu einem südlichen Randgebirge wird und auch an der Küste des Pontus zusammenhängende Höhenzüge sich erstrecken, so dass die Seewinde an beiden Aussenseiten ihre Feuchtigkeit einbüssen, ohne ihren Wasserdampf in das innere Hochland zu führen. Die alpine Flora Anatoliens hat nun auch in der That mit der pontischen keine Aehnlichkeit, sie ist in den meisten Fällen eine Steppenflora. Die dichte Rasendecke der Alpenmatten erzeugt eine tiefere, humosere Erdkrume, welche die Feuchtigkeit zurückhält; die Vegetation der Hochsteppen gedeiht auf steinigem Boden und geht in die der anstehenden Felsen über. Dieser Gegensatz spricht sich sogar noch an der südlichen Tauruskette auf das deutlichste aus, wo die dichte Grasnarbe der pontischen Alpenmatten fehlt und die alpinen Stauden auf dem Geröllboden zerstreut wachsen. Mit Cedern, Tannen und anderen Nadelhölzern sind die Gebirge innerhalb der Wolkenregion bewaldet, es wachsen über der Baumgrenze keine grössere, subalpine Sträucher, die, wie die Gräser, eines feuchteren Bodens bedürfen. Zwar ist der untere Theil der alpinen Region blumenreich, Kotschy verzeichnet am Bulgar-Dagh im Niveau von 6—8000 Fuss gegen 120 Arten von Stauden und Halbsträuchern, aber, da der Schnee ungeachtet der auf 11000 Fuss geschätzten Erhebung des Gebirgs an der dem Meere zugewendeten Seite nicht liegen bleibt, wird die Vegetation weiter aufwärts dürftiger, und jene Zahl sinkt unter 50 an den oberen, felsigen Gehängen herab (8—11000 Fuss). Winde, die vom Meere aus die Axe der cilicischen Tauruskette senkrecht treffen, wie sie am pontisch-armenischen Gebirge gewöhnlich sind, kommen höchst selten vor [128]; die herrschenden Luftströmungen wehen der Kette parallel von Südwesten und Nordosten und entladen ihre Feuchtigkeit erst in Kurdistan. In diesem Verhältniss liegt eine weitere Ursache von der ungleichen Vertheilung der alpinen Gewächse in Anatolien, hiedurch wird es erklärlich, dass auch in den Randgebirgen der Halbinsel sowohl trockene Hochsteppen als feuchte Alpenmatten auftreten können, je nachdem die Beziehungen der Seewinde zu der Lage der Gebirgsketten abgeändert sind. Betrachten wir die einzelnen Berggipfel als abgesonderte Vegetationscentren, so wird die so

unregelmässige Anordnung feuchter und trockener Klimate ihrem Austausch ein mächtiges Hinderniss bieten, und gerade durch die beschränkten Standorte alpiner Gewächse sind die anatolischen Gebirge merkwürdig. Nicht bloss die einzelnen Abschnitte der Nord- und Südküste zeichnen sich hiedurch aus, sondern auch die Flora der westlichen, jonischen Gliederung der Halbinsel zeigt ähnliche Eigenthümlichkeiten und eine mannigfaltige Fülle der Erzeugnisse, weil hier ein zusammenhängendes Randgebirge fehlt, die einzelnen, alpinen Gipfel vom Olymp bis zum lycischen Taurus räumlich weiter von einander abgesondert sind und die innere Hochebene durch vielfach verschlungene Abstufungen und niedrigere Höhenzüge in die Mediterranflora der Küste allmälig übergeht. Klima und plastische Gestaltung der Oberfläche vereinigen sich also, den Reichthum der anatolischen Flora zu erhöhen. Aber schroffer werden die Gegensätze, wo die Steppenflora des Innern durch das Randgebirge von den Küsten schärfer abgesondert ist. So liegt unmittelbar hinter dem lycischen Taurus eine Hochebene von Steppenformationen, die Forbes als eine besondere Region (3—6000 Fuss) zwischen den beiden Waldgürteln unterscheidet, von denen der untere auf die dem Meere zugewendeten Abhänge eingeschränkt, der obere beiden, sowohl der Binnen- als der Aussenseite des Gebirgs gemeinsam ist. So ist ferner der Argaeus dem cilicischen Taurus zwar benachbart, hat aber nicht dessen Waldregionen, sondern nur Gesträuche [129]), weil seine Schneedecke wenig ausgedehnt ist und den tieferen Gehängen die Feuchtigkeit durch die vorliegenden Randgebirge entzogen wird. Auch schon an dieser Tauruskette selbst ist der Gegensatz der inneren und äusseren Gebirgsseite durch die Anordnung der Wälder ausgedrückt, indem an demjenigen Abhange, der dem karamanischen Plateau zugekehrt ist, die Baumgrenze um 1000 Fuss höher ansteigt. Hier finden wir die jedoch nur scheinbare Anomalie, dass über derselben Hochebene die Schneelinie des Argaeus verhältnissmässig tief, die Baumgrenze an der Nordwestseite des Taurus hingegen hoch liegt, während doch beide Werthe unter dem Einflusse des Plateauklimas in gleichem Sinne wachsen sollten. Die Erklärung scheint darin zu liegen, dass der Argaeus den Taurus an Höhe übertrifft. Sein Gipfel wird noch von den Seewinden getroffen, aus deren Wasserdampf der Schnee sich ansammelt, wogegen die geschützten tiefer liegenden Abhänge und ebenso die Binnenseite des Taurus der austrocknenden und erwärmenden Einwirkung des

Plateaus unterliegen, welche entweder die Wälder gar nicht aufkommen lässt oder sie in ein höheres Niveau hinaufrückt. Die tiefe Lage der Baumgrenze am bithynischen Olymp endlich lässt sich nicht so leicht aus den klimatischen Bedingungen ableiten, sie ist vielleicht eine Folge der kalten Steppenwinde, die über das schwarze Meer von Russland herüberwehen und diesen frei liegenden Gipfel treffen.

Von den Gebirgen Syriens und der Insel Cypern lässt sich nach den vorliegenden Nachrichten annehmen, dass die Regionen, abgesehen von ihrer vorgeschrittenen Entwaldung, denen des cilicischen Taurus ähnlich sind.

Libanon [Westseite] [99].

Immergrüne Region (0—1500′).
Waldregion (1500—6000′):
- Gürtel von Eichensträuchern bis 3000′;
- Kieferwald 3400—4000′;
- Bestände von Cypressen (*C. horizontalis*) und Ueberreste des Cederwaldes 4000—5800′;
- Ackerbau bis 6000′.

Alpine Region (6000—9000′).

Cyprischer Olymp. [130]

Region des Oelbaums (0—2500′).
Waldregion (2500—6000′: Gipfel):
- Seestrandskiefer (*Pinus maritima*) 0—4000′;
- Lariciokiefer (*P. Laricio*) 4000—6000′;
- Baumwachholder (*Juniperus foetidissima*) 6000′.

An der Binnenseite des Libanon wird die Baumgrenze durch den Wachholderbaum (*Juniperus foetidissima*) gebildet, der am nördlichen Abhange über Ceder- und Tannenwaldungen bis 6200 Fuss ansteigt. Ueber dem östlichen Thale von Baalbek reicht die Region dieses Baums nicht so hoch (4000—5500 Fuss) und grenzt abwärts an einen Gürtel von Eichenwald (3000—4000 Fuss). Es geht aus diesen Angaben hervor, dass der Breitenunterschied zwischen dem cilicischen Taurus und dem Libanon (37°—34° N. B.) ohne Einfluss auf die Anordnung der Regionen und die Baumgrenze auch hier die nämliche ist. Die noch tiefere Depression derselben am östlichen Abhange des Libanon erklärt sich wohl daraus, dass das Thal von Baalbek nur nach Nordosten geöffnet und von südlichen Luftströmungen durch den Antilibanon abgeschlossen ist. Die Insel Cypern soll einst von Nadelholzwäldern durchaus bewaldet gewesen sein,

wovon jetzt nur noch wenige Bestände übrig sind. Da nun hier an den kahlen Gebirgsabhängen der Sommer auch in den höher gelegenen Theilen der Insel dürr ist, hat die Mediterranflora mit ihren Maquis und Tomillares einen grossen Theil der ehemaligen Waldregion eingenommen.

Von der Nordküste des schwarzen Meers sind schliesslich noch die der Mediterranflora zugewendeten Abhänge des westlichen Kaukasus und der Krim zu erwähnen.

Abchasischer Abhang des Kaukasus. [131])

Pontische Waldregion aus Eichen und Ulmen.
Buchenregion.
Nadelholzregion (*Pinus orientalis* und *Picea var. Nordmanniana*).
Baumgrenze (Birke) 6600'.
Alpine Region 6600—9100': Passhöhe.

Südküste der Krim. [132])

Immergrüne Laubhölzer (*Arbutus Andrachne*) bis 1200',
Nadelholzregion (*Pinus Laricio*) 600—3000', am Nordabhang der Gebirgskette durch die Buche ersetzt: Baumgrenze 4050'.

Die pontische Flora ändert sich bei dem Uebergange von Lasistan nach Kolchis (Mingrelien und Abchasien) nur wenig. Die Gehänge sind stärker bewaldet, aber das dichte Unterholz aus immergrünen Sträuchern ist das nämliche. An der Ostküste des schwarzen Meers ist das Klima unter dem Einfluss westlicher Seewinde ungemein feucht und gleichmässig, indem der Kaukasus und die mesgische Gebirgskette den Wasserdampf verdichten und zugleich gegen die nördlichen und östlichen Steppenwinde Schutz gewähren. Die grössere Feuchtigkeit und auch vielleicht die grösseren Schneemassen des Kaukasus bewirken, dass die Baumgrenze in Abchasien etwa 900 Fuss höher liegt als an der gegenüberliegenden Südküste des Pontus. Die Mediterranflora an der Südküste der Krim ist mit der an den lombardischen Seen zu vergleichen; dieses äusserste, litorale Grenzgebiet hat keine Aehnlichkeit mit den feuchten kolchischen Wäldern und ist nur ein schwacher Abglanz von den Küsten Anatoliens. Hier steigt die Laricio-Kiefer in ein tieferes Niveau herab wie in Oesterreich.

Vegetationscentren. Die nachfolgenden Vergleichungen der einzelnen Abschnitte des Mittelmeergebiets unter sich und mit anderen Floren gründen sich ausschliesslich auf die in meiner Pflanzensamm-

lung vorliegenden Arten. Wenn in Folge dieser Beschränkung die Zahlen niedriger ausfallen, als wenn alle bis jetzt beschriebenen Gewächse berücksichtigt worden wären, so gewinnen doch die Ergebnisse an Sicherheit, und das Verhältniss der in bestimmten Richtungen wachsenden oder abnehmenden Familien wird, da die Sammlung reichhaltig ist und sich ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet erstreckt, in der Folge wohl nur wenig geändert werden. Namentlich sind aus Spanien, Algerien und dem Orient die von Bourgeau, Heldreich und Balansa ausgegebenen Sammlungen vollständig vertreten, die von Kotschy grösstentheils, sowie aus Italien, Südfrankreich, Dalmatien und Rumelien Materialien vorlagen, welche fast alle bekannten endemischen Arten einschliessen. Unsicherer blieben die Nachweisungen aus Anatolien, theils weil die Grenzen der inneren Steppenlandschaft, die hier ausgeschlossen ist, von den äusseren Gebirgszügen zum Theil nur willkürlich gezogen werden konnten, theils wegen der Schwierigkeit, die aus der verschiedenen Auffassung des Artbegriffs entspringt. In der orientalischen Flora Boissier's, von welcher nur der erste Band zu benutzen war, sind etwa ein Drittel mehr Arten beschrieben, als in meinem Katalog eine Stelle fanden, aber hier schien eine Beschränkung des Stoffs um so mehr geboten, als die Grenzen der natürlichen Abschnitte des Gebiets erst künftig sicherer festgestellt werden können.

Mein Katalog umfasst gegen 7000 Arten von Gefässpflanzen, von denen 60 Procent dem Mittelmeergebiet eigenthümlich, die übrigen dem nördlichen und südlichen Europa gemeinsam angehören. Auf 4200 Arten beruht also die botanische Selbständigkeit der Flora, und in dieser Zahl sind etwa 60 monotypische Gattungen begriffen, welche in keinem anderen Theile der Erde vorkommen. Schon aus der Vertheilung dieser Gattungen ergiebt sich, wie gross der Einfluss des mittelländischen Meers auf die dauernde Sonderung der ursprünglichen Vegetationscentren gewesen ist. Nur 12 Monotypen sind nämlich durch das ganze Gebiet verbreitet, die übrigen bewohnen nur einzelne Abschnitte desselben und haben fast sämmtlich in den grossen Meeresflächen, welche die Halbinseln und Kontinente von einander absondern, auf ihren Wanderungen eine mechanische Schranke gefunden. Ebenso umfassen von den 4200 Arten nur etwa 500 den ganzen Raum von Spanien bis Anatolien, 1000 sind zwei oder mehreren Abschnitten gemeinsan und grossentheils klimatisch bald auf die westlichen oder östlichen, bald auf die südlichen Landschaften

eingeschränkt. Es bleiben also 2700 Arten übrig, deren Wanderung durch das Meer beschränkt wurde, oder die nur wenig von einer einzelnen Gruppe kontinental verbundener Vegetationscentren sich entfernt haben. Hierin liegt daher der allgemeinste Gegensatz des nördlichen und südlichen Europas. Während wir in dem nördlichen Waldgebiete, so weit ununterbrochene Ebenen von dem atlantischen bis zum pacifischen Meere sich ausdehnen, die Wohnorte der Pflanzen vorzugsweise durch klimatische Linien bestimmt fanden, äussern im Mittelmeergebiete mechanische Hindernisse der Verbreitung einen weit grösseren Einfluss auf den systematischen Charakter der Flora. Die ungemein grosse Küstenentwickelung, welche das Gebiet zu abgesonderten, geographischen Räumlichkeiten gliedert, wirkt auf die Wanderungen der Pflanzen viel mehr trennend als verbindend. Die ursprünglichen Erzeugnisse wurden in weit höherem Grade festgehalten, die Vegetationscentren lassen sich noch jetzt viel zahlreicher erkennen, die Halbinseln nähern sich in dieser Beziehung den Gesetzen der Anordnung, welche von den endemischen Archipelen abgeleitet sind. Wenn im Norden fast nur unter den Gebirgspflanzen Beispiele eng begrenzter Wohngebiete nachgewiesen werden können, so ist zwar im Süden der endemische Charakter auf gewissen Gebirgen ebenfalls stärker als im Tieflande ausgesprochen, aber auch die Mediterrangewächse im engeren Sinne sind in manchen Fällen nur an einzelnen Standorten bemerkt worden. Dieses ganze Verhältniss spricht doch entschieden dafür, dass die Monotypen und andere seltene Organisationen nicht oder doch nicht allgemein als die Uebereste früherer Schöpfungen, sondern als Zeugnisse für die produktive Kraft derjenigen Oertlichkeiten zu betrachten sind, wo sie gegenwärtig gefunden werden, und von denen sich zu entfernen ihnen die Mittel nicht zu Gebote standen.

Die Monotypen sind besonders geeignet, die Verknüpfungen und Absonderungen des Mittelmeergebiets zur Anschauung zu bringen. Unter den 12 allgemein verbreiteten Gattungen [133]) gehören 2 zu den Cruciferen, 6 zu den Synanthereen; sie sind fast sämmtlich einjährig und Begleiter der Kulturgewächse, einzelne überschreiten auch als solche die Grenzen des Gebiets. Ihre weite Verbreitung hat daher nichts Auffallendes, nichts deutet darauf hin, dass das Meer dabei mitgewirkt habe. Nur bei einer Staude (*Diotis*) ist dies der Fall, die als Halophyt auch längs des atlantischen Meers bis nach England gelangt ist. Die vier übrigen Gattungen sind Holzgewächse der Maquis

und jede monotypisch in einer besonderen Familie. Zwei grosse und kräftige Sträucher (*Spartium* und *Rosmarinus*) sind weit häufiger als die beiden anderen, die schwach und niedrig bleiben und also in dem Kampf um den Boden keinen so leichten Spielraum fanden (*Coris; Cressa*). Allein an die warme Region gebunden, konnten doch alle diese Holzpflanzen ohne Schwierigkeit den Küstenlinien weithin folgen.

Hieran schliessen sich fünf andere Monotypen [134]), von denen nur eine, eine winzige Rubiacee (*Callipeltis*), dem allgemeineren, später zu erörternden Verwandtschaftsverhältniss Spaniens mit dem Steppengebiet sich unterordnet. Die übrigen, von Küste zu Küste verbreitet, sind nun auf einzelne, südliche Abschnitte des Gebiets eingeschränkt. Die Wanderungen dieser Gewächse haben etwas Räthselhaftes, als wären sie, wie ein vom Sturme verschlagenes Schiff, an irgend einen entlegenen Strand gerathen, ohne dass ihr Ausgangspunkt sich leicht ermitteln lässt, oder wie wenn sie, anderswo verdrängt und verloren, nur an gewissen Grenzpunkten sich erhalten und behauptet hätten. Dass solche Wanderungen hier wirklich stattgefunden, dafür spricht der Umstand, dass vier Monotypen in und bei Sicilien zusammentreffen, indem diese Insel wegen ihrer centralen Lage in Bezug auf die Meridiane des Mittelmeers besonders geeignet ist, als Ausgangspunkt oder als Ziel zu dienen und mit dem fernsten Osten und Westen gleichmässig sich durch Strömungen zu verknüpfen. So ist sie durch eine Ericee (*Pentapera*) mit Cypern, durch eine Oleinee (*Fontanesia*) mit Syrien verbunden, ohne dass diese Sträucher jedoch bis jetzt an den dazwischen liegenden Küsten von Kreta und Morea nachgewiesen wären. So weisen auch die beiden anderen Gattungen (*Lonas* und *Apteranthes*) auf die fernen, aber im äussersten Westen gelegenen Standorte in der Nähe der Strasse von Gibraltar, wobei die letztere als eine den südafrikanischen Stapelien verwandte, succulente Asclepiadee merkwürdig ist. Auf den einsamen Inseln Lampedusa und Linosa zwischen Malta und Tunis von Gussone beobachtet, kommt sie ausserdem nur noch an zwei westlichen Punkten, in Granada und an den Grenzen von Marokko vor, wo sie schon einige Jahre früher von Webb am Meeresufer bei Almeria bemerkt und in der Gegend von Oran seitdem häufig beobachtet worden ist. Die Lage der beiden kleinen Inseln im Süden von Sicilien ist so versteckt und nach Westen durch die vorspringende Küste von Tunis so abgeschlossen, dass man weit eher einen Aus-

tausch zwischen jenen westlichen Standorten und Sardinien oder Sicilien selbst erwarten sollte. Die Pflanze ist physiognomisch so ausgezeichnet und fremdartig, dass, wenn sie auch an einzelnen Orten noch unentdeckt vegetiren mag, eine zusammenhängende Verbreitung längs der afrikanischen Küste, die von so vielen, scharfsichtigen Botanikern besucht worden ist, in der Gegenwart durchaus nicht angenommen werden kann. Um so weniger, als diese europäische Stapelie ein Halophyt ist und daher zunächst an den Seestrand gebunden sein musste. [134a]) Hier haben wir also einen Fall intermittirender Verbreitung, der uns sehr geneigt machen wird, eine Abnahme des Fortbestehens dieser Pflanze für wahrscheinlich zu halten und vorauszusetzen, dass sie früher ein zusammenhängendes Litoral bewohnte und an den meisten Standorten durch andere Gewächse verdrängt und zu Grunde gegangen sei.

Wie wenig nun überhaupt das eingeschlossene, an grossen und regelmässigen Strömungen arme Mittelmeer zur Verbreitung der Pflanzen beigetragen hat, ergiebt sich daraus, dass fast die dreifache Anzahl von monotypischen Gattungen nur eine einzige der Halbinseln oder andere eng begrenzte und durch das Meer abgeschlossene Landstrecken bewohnt. Wie sich diese ungleich und nach Maassgabe der Vegetationscentren vertheilen, steht in einer gewissen Beziehung zu dem Reichthum der einzelnen Abschnitte des Gebiets an eigenthümlichen Pflanzen überhaupt. Nur Spanien besitzt mehr monotypische Gattungen, als das anatolisch-syrische Küstenland, dem es an endemischen Arten nachsteht.

Vergleicht man die durch das Meer gesonderten Abtheilungen des Gebiets nach der Anzahl ihrer eigenthümlichen Pflanzen und nach der Grösse ihrer Oberfläche [135]), so erhält man folgende Reihe, in welcher das Verhältniss angenähert durch die beigefügte Ziffer ausgedrückt wird. Die grösste Zahl lieferte der anatolisch-syrische Abschnitt ($^1/_7$—$^1/_8$), hierauf folgen die griechische Halbinsel ($^1/_{10}$), Spanien ($^1/_{13}$), die Atlasküste ($^1/_{18}$), und am ärmsten an endemischen Erzeugnissen ist Italien ($^1/_{25}$). Dass diese Ungleichheit nicht allein eine Folge der mehr oder weniger abgesonderten Lage sei, geht schon daraus hervor, dass Anatolien mit Griechenland geographisch wenigstens ebenso nahe verbunden ist als dieses mit Italien. Aber noch viel deutlicher zeigt sich die ungleiche und regellose Anordnung der Vegetationscentren, wenn man von den grösseren Abtheilungen zu den engeren, geographischen Bezirken übergeht. Sicilien ($^1/_6$)

ist um das Sechsfache reicher ausgestattet als das Festland von Italien ($^1/_{36}$), auch wenn man die beiden Abschnitten gemeinsamen Arten dem letzteren hinzufügt, Kreta ($^1/_2$) übertrifft die griechische Halbinsel ($^1/_{10}$) um das Fünffache und steht überhaupt allen übrigen Ländern des Mittelmeergebiets im Verhältniss zu seiner Grösse an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Erzeugnisse voran. Ebenso merkwürdig ist die Erscheinung, dass das Inselpaar von Sardinien und Korsika einen Gegensatz zeigt, der sich wenigstens auf das Vierfache steigert. Beide Inseln sind durch Moris, Viviani und Andere so gut bekannt, wie irgend ein anderer Abschnitt des Mittelmeergebiets. Wiewohl sie einen grossen Theil ihrer endemischen Erzeugnisse unter einander ausgetauscht haben, so sind doch auf Korsika viele Arten beschränkt geblieben. Im Allgemeinen sind demnach, da das Meer auf die Wanderungen der Pflanzen hemmend einwirkt, die Inseln reicher an endemischen Erzeugnissen als Abschnitte des Festlands von gleicher Grundfläche, aber die Ungleichheiten der Inseln selbst lassen sich doch nicht aus der Beschaffenheit des Bodens und Klimas erklären. Korsika ist gebirgiger; die Berge sind höher als in Sardinien, aber die eigenthümlichen Pflanzen Korsikas sind auch in der warmen Region zahlreich. Ein hohes, geologisches Alter ist beiden Inseln gemeinsam, so weit sie von Petrefakten führenden Formationen unbedeckt sind. Aehnlich ist auch das Verhältniss von Kreta zu Cypern, zwei Inseln, die nach ihrer Grösse, ihrer Lage und nach ihrem Klima so ähnlich sind. Ich finde [136], dass nur etwa 10 endemische Arten auf Cypern entschieden sichergestellt sind, während ich von Kreta über 80 besitze, die in weit höherem Grade von den Typen auf den übrigen Inseln des Archipels und von den griechischen sich in ihrem Bau entfernen. Auch hier ist das Gebirge des Ida bedeutender als der cyprische Olymp, aber auch hier erstreckt sich die Eigenthümlichkeit auf die verschiedensten Standorte. Die ungleiche Ergiebigkeit der Vegetationscentren ist ein ursprüngliches, ein geologisches Phänomen, dessen Bedingungen der Forschung verborgen sind. Was könnte hier Darwin's Lehre leisten, wenn wir sehen, dass unter gleichen Einwirkungen doch das Ergebniss so ungleich ist und auch die Geologie keinen Aufschluss darüber giebt? Dass die reichere Insel länger bestehe als die ärmere, lässt sich nicht behaupten, ja in einzelnen Fällen ist sogar das Gegentheil nachzuweisen.

Wenden wir uns zu dem Charakter des Endemismus in den einzelnen Abschnitten des Gebiets, so beschränke ich mich hier, indem

ich die übrigen Ergebnisse der Vergleichung in die Noten verweise, auf einige allgemeinere Bemerkungen, und zwar zunächst über Spanien [137]). Nach dem durch die klimatische Absonderung der Standorte so leicht verständlichen Erfahrungssatze, dass die Gebirge an endemischen Pflanzen reicher sind, als die Ebenen, ist die eigenthümliche Stellung der Sierra Nevada in Spanien zu beurtheilen, die an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Erzeugnisse mit den Pyrenäen verglichen werden kann. Während aber in den nordeuropäischen Ebenen die Unterscheidung besonderer Vegetationscentren durch den erleichterten Austausch nur noch auf grosse, klimatisch verbundene Räume sich beziehen liess, bietet uns Spanien das erste Beispiel, dass wir auch im Tieflande und auf den Hochflächen Gewächse von beschränktem Wohngebiet antreffen, bei denen sich die ursprüngliche Anordnung erhalten hat. Die engere klimatische Gliederung trägt gewiss am meisten dazu bei, die Centren in dieser Absonderung fortbestehen zu lassen. Aber auch den trennenden Gebirgsketten, in einem Falle selbst der Mischung der Erdkrume ist ein solcher Einfluss beizumessen. Schon aus der Vertheilung der Monotypen ergeben sich sechs besondere Gruppen von Vegetationscentren, von denen vier den klimatischen Hauptabschnitten der Halbinsel, die beiden anderen der Sierra Nevada und dem Salzboden in ihrer Nachbarschaft angehören. Dem Tafellande sind vier Monotypen eigenthümlich (*Ortegia* unter den Polycarpeen, sodann die Synantheree *Hispidella* und die Crucifere *Guiraoa*, letztere bis jetzt nur in Murcia beobachtet), Portugal eine Anthemidee (*Lepidophorum*), dem Tieflande von Andalusien und Murcia drei Gattungen (die Scrophularinee *Lafuentea*, die Solanee *Triguera* und die Amaryllidee *Lapiedra*), dem Litoral der mit Katalonien verbundenen Provence eine Alsinee (*Gouffeia*). Die Sierra Nevada besitzt in ihrer mitteleuropäischen Region eine monotypische, mit *Catananche* verwandte Liguliflore (*Haenselera*), und ein Halbstrauch aus der Gruppe der Brassiceen (*Euzomodendron*) ist nur auf dem salzhaltigen Boden der Sierra de Gador in Südgranada angetroffen. Die Anzahl der Monotypen ist auf der spanischen Halbinsel grösser als in irgend einem anderen Theile des Gebiets. Denn zu jenen 10 Gattungen kommen noch 8 andere, welche die Halbinsel nur wenig und namentlich über die Strasse von Gibraltar hinaus überschreiten. Alle diese Monotypen haben in Spanien eine weitere Verbreitung und zeigen, in welcher Richtung die einzelnen Organisationen von einem gewissen klima-

tischen Centrum aus zu benachbarten Gegenden fortgeschritten sind. Die Heimath der ausgezeichneten Droseracee *Drosophyllum* ist offenbar in Portugal zu suchen, von wo sie sich in drei Nachbarländer, nordwärts bis Galicien, im Süden nach Andalusien und Marokko ausgebreitet hat. Hier ist es die Gestalt des heutigen Wohngebiets, woraus dies gefolgert werden muss. Von den übrigen Gattungen, die sich sämmtlich mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das spanische Tafelland zurückführen lassen, gilt das Nämliche, aber in einigen Fällen kommt noch die gesellige Art ihres Vorkommens hinzu (*Macrochloa*), diesen Schluss zu unterstützen, sofern dadurch eine nähere Beziehung zu dem Klima und Boden des Heimathlandes ausgedrückt ist. Diese Monotypen des Hochlandes sind folgende: die Euphorbiacee *Colmeiroa* (bis Portugal, Andalusien und Numidien); die Leguminose *Pterospartum* (bis Asturien und Marokko); die Labiaten *Cleonia* (bis Portugal, Andalusien und Nordafrika), *Preslia* (bis Portugal und Südfrankreich); die Gramineen *Macrochloa* und *Wangenheimia* (bis Nordafrika), *Chaeturus* (bis Portugal und einmal in wenigen Exemplaren auf den euganeischen Hügeln wohl nur zufällig angetroffen). Durch die Anordnung der endemischen Arten aus grösseren Gattungen werden die Folgerungen bestätigt, welche über die Lage und Absonderung der spanischen Vegetationscentren von den Monotypen abgeleitet sind. Aber fast nur bei einigen Holzgewächsen genügen bis jetzt die Beobachtungen über den Umfang des Wohngebiets. In gewissen Fällen ist es auch die Zunahme des Artenreichthums einzelner Gattungen und Familien, worin der Charakter der abgesonderten Centren sich ausspricht. Nur im Bereich des katalonisch-südfranzösischen Gebiets habe ich solche unterscheidende Eigenthümlichkeiten nicht aufgefunden. Von den fünf übrigen Bezirken scheinen mir folgende Charakterzüge am meisten sichergestellt.

1. Tafelland. Die Holzgewächse nehmen ab, die meisten (mit Ausnahme von *Colmeiroa*) sind eingewandert. In den Maquis überwiegen die Cisten, aber die Familie der Cistineen ist weniger mannigfaltig als in Granada. Unter den vorherrschenden Familien nehmen die Gramineen und Scrophularineen (*Linaria*) an Artenreichthum zu, die Synanthereen sind vermindert.

2. Portugal. Ein Empetreenstrauch (*Empetrum album*) hat mit *Drosophyllum* fast dieselbe Verbreitung. Unter den übrigen Holzgewächsen nehmen die Eriken an Menge der Arten und Individuen

zu, eine Gattung von dornigen Genisteen (*Ulex*) zählt eine Reihe endemischer Arten, ebenso unter den Stauden *Armeria*. Auch ist hier wahrscheinlich die Heimath der westlichen Korkeiche (*Quercus occidentalis*).

3. Tiefland von Andalusien. Von Holzgewächsen ist ausser mehreren Genisteen (*Bolina*) ein Celastrineenstrauch (*Gymnosporia europaea*) endemisch, eine Eiche (*Quercus Mesto*) verbreitet sich bis Portugal. Fast alle grossen Gattungen nehmen hier an Artenreichthum zu, die vorherrschenden Pflanzengruppen sind in dem Tieflande und den Gebirgsregionen fast die nämlichen, z. B. die Genisteen.

4. Sierra Nevada. Die mitteleuropäische Region besitzt zwei endemische Rosaceensträucher (*Prunus Ramburei* und *Cotoneaster granatensis*) und einen dornigen Halbstrauch aus der Familie der Cruciferen (*Vella spinosa*). Charakteristisch ist die Zunahme der Genisteen und der Saxifragen (9 Arten).

5. Salzsteppen. Die endemischen Salsoleensträucher sind auf diese Centren beschränkt, manche von ihnen kehren jedoch auch am Meeresufer wieder. Auch die auf dem Salzboden und der Gypsformation vorherrschenden Halbsträucher sind zum Theil endemisch (*Ononis tridentata, Sideritis linearifolia*; bis Nordafrika reichen *Helianthemum squamatum* und *Artemisia herba alba*).

Lässt sich nun auf diese Weise eine gewisse Reihe von Vegetationscentren in Spanien erkennen, so ist es dagegen nicht zu erklären, weshalb nicht eine noch grössere Anzahl sich gesondert erhalten hat. Die centralen Gebirgsketten erheben sich ebenso isolirt über das Tafelland wie die Sierra Nevada, und erreichen in der Guadarrama und in der Sierra de Gredos eine alpine Höhe. Dennoch war die Ausbeute an endemischen Pflanzen, die Bourgeau in diesen Gebirgen sammelte, geringfügig und mit dem Reichthum der Sierra Nevada gar nicht zu vergleichen. Auch beruht dieser Unterschied weder auf der grösseren Höhe dieses letzteren Gebirgs, welches gerade in den mittleren Regionen am eigenthümlichsten ist, noch auf der südlicheren Lage, da die Pyrenäen ebenfalls so viel reicher an endemischen Arten sind als die centralen Ketten. In ähnlicher Weise stehen auch die asturischen Gebirge, wo Durieu über die geringe Anzahl eigenthümlicher Pflanzen und die Entlegenheit ihrer vereinzelten Standorte klagte [138]), dem östlichen Hauptzuge der Pyrenäen bedeutend nach, und selbst das durch seine abgesonderte Lage im äussersten Südwesten der Halbinsel so völlig isolirte Bergsystem von Algarvien ist

keineswegs so reich, wie man erwarten sollte. Unregelmässig, wie auf der ganzen Erde, sind also auch in Spanien die Vegetationscentren vertheilt, ohne dass die heutige Beschaffenheit der unorganischen Einflüsse darüber irgend einen Aufschluss giebt.

Der Endemismus des mediterranen Afrikas [139]) wird dadurch unbestimmt, dass der Uebergang zur Flora der Sahara ein allmäliger ist. Zwar bildet der Atlas eine scharfe Gebirgsgrenze, und so wurde auch der Umfang des Gebiets auf denjenigen Raum bezogen, den die Araber mit dem Namen Tell bezeichnen, aber die in Algerien an der Südseite des Gebirgs eingeschaltete Steppe ist eine Landschaft, wo die Pflanzen aus beiden Nachbarklimaten sich vermischen, so dass es ungewiss bleibt, von welchen Centren sie ausgegangen sind. Ich habe daher in meinem Verzeichniss endemischer Arten die Gewächse dieser Gegend möglichst unberücksichtigt gelassen und mich, da Marokko noch fast ganz unerforscht ist, grösstentheils auf den algerischen Tell und auf den Atlas beschränkt. Von 6 monotypischen Gattungen dieses Gebiets gehören 3 dem Tell (die Cruciferen *Cordylocarpus*, *Psychine* und *Raffenaldia*), eine dem Atlas an (die Chenopodee *Oreobliton*), die beiden übrigen bewohnen Marokko, von denen die eine (*Nolletia*), ein Synanthereenstrauch, sich östlich bis Oran verbreitet, und die andere (die Sapotee *Argania*) die Wälder an der Küste des atlantischen Meers bildet. Von Holzgewächsen besitzt die Küstenebene mehrere endemische Sträucher, Genisteen und zwei Cisten, wodurch die klimatische Analogie mit Andalusien ausgedrückt wird, sodann zwei Terebinthaceen (*Rhus*), welche, das Meer überschreitend, ausserdem nur noch in Sicilien einheimisch sind. Vom Atlas sind vier eigenthümliche Bäume bekannt geworden, eine Conifere (*Callitris quadrivalvis*), eine Esche (*Fraxinus dimorpha*), eine Terebinthacee (*Pistacia atlantica*) und eine Pyree (*Pyrus longipes*). Unter diesen ist die Conifere, die bis zum marokkanischen Atlas, bis zur Küste von Mogador sich verbreitet, dadurch merkwürdig, dass sie zu einer Gattung gehört, die sonst nur in Australien vertreten ist. Dieses Verhältniss wirft einiges Licht auf diejenigen Erscheinungen der Tertiärflora, woraus man auf ein verschiedenes Alter der heutigen Vegetation und einen hierauf beruhenden Zusammenhang der entlegensten Erdtheile geschlossen hat. Wenn sich in Europa Formen der fernsten Klimate unter den Ueberresten der Vorwelt erhalten haben, so meinte Unger, dass die in der Gegenwart neben einander bestehenden Vegetationsgebiete ihren Charakter der geologi-

schen Periode verdanken, in welcher die daselbst einheimischen Gewächse entstanden seien, dass sich zum Beispiel in Australien erhielt, was in Europa seit der Tertiärzeit zu Grunde ging. Dieser Schluss scheint äusserst gewagt zu sein, wenn man sieht, dass es auch in den Floren der Gegenwart nicht an Vermischungen von Organisationen der fernsten Vegetationscentren fehlt, ohne dass damit eine völlige Identität der Arten verbunden ist. Die nordafrikanische Flora enthält noch ein paar ähnliche Beispiele von Analogieen mit entfernten Gegenden zwar desselben Erdtheils, von denen sie aber durch die grosse Wüste oder noch weitere Räume geographisch geschieden ist. In Algerien ist eine Synanthereengattung (*Othonna*) vertreten, von welcher die übrigen Arten am Kap wachsen. Dies ist also dasselbe Verhältniss, welches zwischen den westeuropäischen Eriken und denen des Kaplandes oder zwischen Apteranthes und den südafrikanischen Stapelien besteht. Auch jene dornige Sapotee, welche die Argan-Wälder Marokkos bildet, findet ihre nächsten Verwandten erst jenseits der Sahara in den Tropen und ist einer der wenigen Vertreter tropischer Familien an den Grenzen des Mittelmeergebiets, ohne dass an einen genetischen Zusammenhang dabei gedacht werden könnte.

Von den zwischen Spanien und Italien gelegenen Inseln sind die Balearen und Korsika am sichersten als eigene Vegetationscentren anzusehen. Zwar enthält die Flora der Balearen [140]) nur wenige eigenthümliche Arten, aber im Verhältniss zu ihrer Grösse ist die Zahl nicht unbeträchtlich zu nennen ($^1/_{10}$). Auch sind darunter endemische Sträucher (*Genista lucida*, *Hypericum balearicum*); andere Gewächse, die auch an einzelnen Orten in Spanien wiedergefunden sind, gehören auf Majorka zu den häufigsten (*Buxus balearica*, *Hippocrepis balearica*).

Ueber das Verhältniss von Korsika zu Sardinien ist die oben angeführte Bemerkung nun von einem allgemeineren Gesichtspunkte aufzufassen. Je kleiner die Anzahl endemischer Pflanzen einer Insel ist, je weniger eigenthümlich ihre Organisationen sind, so dass weder Monotypen, noch Holzgewächse oder andere der Migration über das Meer widerstrebende Pflanzen vorkommen und kein bestimmter Typus in der ursprünglichen Flora sich erkennen lässt, desto unsicherer wird die Annahme besonderer Vegetationscentren. Finden sich daselbst einzelne eigenthümliche Arten, so bleibt es unentschieden, ob sie nicht noch an anderen Orten aufgefunden werden, von wo sie

eingewandert sein können, oder vielleicht gingen sie auch anderswo zu Grunde und haben sich nur hier erhalten. Wenden wir diese Sätze auf Korsika an, so müssen wir dieser Insel selbständige Centren mit Entschiedenheit zusprechen. Hier begegnet uns die eigenthümliche Erscheinung, dass eine Reihe von winzigen Labiaten mit ausserordentlich kleinen Blattorganen auftritt, von denen mehrere auf die Insel beschränkt sind, andere auch in Sardinien oder auf den Balearen gefunden werden. Aehnliche Gewächse mit Blättern, deren Durchmesser wenige Linien beträgt, kommen noch in drei anderen Familien vor, und hiezu gehören die zwei Monotypen, sowie auch eine dritte Pflanze in ihrem Bau allein steht (monotypisch sind die Crucifere *Morisia* und die Synantheree *Nananthea*, isolirt steht unter den europäischen Urticeen *Helxine Soleirolii*). Die Tendenz, Organisationen mit kleinen Blättern zu erzeugen, ist also für diese Vegetationscentren charakteristisch. Wiewohl nun jene drei isolirt stehenden Gewächse sich auch nach Sardinien verbreiten, so ist doch die korsikanische Heimath für diese ganze Reihe wahrscheinlich. Hierauf weist der Umstand hin, dass die Labiaten zum Theil auf Korsika beschränkt blieben und kein sicherer Fall bekannt ist, dass Sardinien ähnliche Formen besässe, die nicht auch auf der Nachbarinsel vorkommen. Zu demselben Gesichtspunkte werden wir in Bezug auf die sämmtlichen endemischen, aber beiden Inseln gemeinsamen Pflanzen dadurch geführt, dass die wenigen Sardinien eigenthümlichen Arten ohne besonderen Charakter und den nicht endemischen Gewächsen näher verwandt sind als dies bei so vielen korsikanischen der Fall ist. Hiernach könnte es überhaupt unberechtigt erscheinen, sardinische Centren anzunehmen, ebenso wie dies von einigen kleineren Inseln gilt, wie von Capraja oder Lampedusa, wo man einzelne eigenthümliche Arten angetroffen hat [142]). Allein, was Sardinien anbetrifft, so scheint die Vergleichung der Holzgewächse doch die entgegengesetzte Ansicht zu unterstützen, die vielleicht durch neue Standorte und durch systematische Forschungen weiter begründet oder auch entkräftet werden kann. Das Inselpaar von Korsika und Sardinien enthält nämlich nur drei endemische Sträucher, eine Rhamnee und zwei Genisten, und von diesen ist keine Art Korsika eigen, sondern eine Art (*Genista corsica*) beiden Inseln gemeinsam, während die beiden andern auf Sardinien beschränkt sind (*G. Morisii* und *Rhamnus salicifolius*).

Italien [143]) ist, wie gesagt, das an endemischen Pflanzen ärmste

Land des Mittelmeergebiets. Dies ist nicht bloss aus der centralen Lage der Halbinsel zu erklären. Läge nur dieses Verhältniss zu Grunde, dass die Möglichkeit des Austausches zwischen den verschiedenen Punkten einer kontinentalen Kreisfläche von dem Centrum nach der Peripherie abnimmt, so müsste, abgesehen von der grossen Küstenentwickelung, die in entgegengesetztem Sinne wirkt, innerhalb des klimatischen Gebiets der Mediterranflora die Zahl der endemischen Gewächse in Unteritalien und Sicilien sinken. Auch lassen sich hier Wanderungen in den verschiedensten Richtungen, Verknüpfungen durch gemeinsame Arten mit Sardinien, Afrika, Griechenland, selbst mit Kreta nachweisen. Allein der Endemismus ist gerade in diesen Theilen Italiens verhältnissmässig stärker, am bedeutendsten in Sicilien ausgeprägt. Die italienischen Centren, welche sich jetzt noch erkennen lassen, vertheilen sich unregelmässig, und die Absonderungen derselben theils durch das Meer, theils durch den Einfluss des Gebirgs sind auch hier bemerklich. In der norditalienischen Ebene und südwärts bis zur Breite von Neapel sind ausserhalb des Apennins keine endemische Pflanzen mit Sicherheit bekannt. Nur einige wenige eigenthümliche Arten hat die Riviera, das Küstenland von Ligurien, geliefert. An diese Centren reiht sich das benachbarte Gebirge des apuanischen Apennin (nördlich von Lucca), welches zwar auch nur wenige endemische Pflanzen besizt, aber unter diesen das einzige Gewächs, welches man als italienischen Monotyp bezeichnen kann (die Globulariee *Carradoria*). Die Hauptkette des Apennin bewohnt in den Abruzzen, wo die höchsten Erhebungen liegen, eine ebenfalls nur beschränkte Reihe von eigenen, meist alpinen Arten, und ebenso gross etwa ist die Anzahl der endemischen Mediterranpflanzen auf dem Festlande Unteritaliens. Unter diesen ward eine ausgezeichnete Primel (*P. Palinuri*) nur auf dem Vorgebirge von Palinuro (40° N. B.) beobachtet, gerade wie eine der endemischen Pflanzen Liguriens (*Convolvulus sabatius*) nur am Kap Noli wachsen soll. Solche Fälle, die dem Vorkommen der Wulfenia in den Alpen entsprechen, gehören zu den wichtigsten Analogieen zwischen den kontinentalen Vegetationscentren und denen der oceanischen Archipele, und müssen daher der Aufmerksamkeit topographischer Botaniker, um sie sicher festzustellen, ganz besonders empfohlen werden. Von endemischen Holzgewächsen liefert Italien nur wenige, aber ein paar ausgezeichnete Beispiele. Das wichtigste ist die kalabrische Erle (*Alnus cordifolia*), die nach Schouw nur auf

den südlichen Theil des Apennins (39—41° N. B.) beschränkt sein soll. Da dieser Baum hier so ausgedehnte Wälder bildet, so kann die beschränkte Ansiedelung desselben in Korsika wohl keinen Zweifel an seiner Heimath auf dem Festlande Italiens begründen. Von dem als eigene Art unterschiedenen Wachholderstrauch des Aetna (*Juniperus hemisphaerica*), der auch auf dem kalabrischen Apennin vorkommt, ist es dagegen ungewiss, ob er sich von hier oder von dort verbreitete. Auch eine strauchartige Nelke (*Dianthus rupicola*) ist beiden Abschnitten gemeinsam, zwei Genisten sind nur in Sicilien beobachtet. Die Mehrzahl aller endemischen Pflanzen Italiens gehört Neapel und Sicilien gemeinschaftlich an, und es ist wegen der verhältnissmässig so grossen Armuth des Festlandes wahrscheinlich, dass viele derselben sich von Sicilien aus und nicht in umgekehrter Richtung verbreitet haben. Wie sehr aber auch diese Insel das Festland an eigenthümlichen Erzeugnissen übertrifft, so haben doch die sicilianischen Pflanzen nichts Charakteristisches und vertheilen sich als vereinzelte Arten über die verschiedensten Gattungen. Man kann auch nicht sagen, dass die Gebirge hier vor der warmen Region bevorzugt seien. Indessen ist der Aetna, der nur einige wenige eigenthümliche Pflanzen besitzt, obgleich er so bedeutend viel höher sich erhebt, offenbar ärmer als die Madonie, von denen er aber wenigstens an den oberen Theilen an Fruchtbarkeit und Mannigfaltigkeit des Bodens weit übertroffen wird.

Auf der griechischen Halbinsel und im Archipel lassen sich, soweit die unvollständige Erforschung derselben auch gegen Italien und Spanien zurücksteht, doch bereits vier engere Bezirke und darunter drei schon nach monotypischen Gattungen durch besondere Centren unterscheiden, das illyrisch-dalmatische Küstenland, die inneren und östlichen Gebirgsketten, Griechenland mit den kleinen Inseln und zuletzt Kreta.

1. Das illyrisch-dalmatische Küstenland mit seiner abgesonderten Alpenkette, zu der es sich schroff erhebt, reicht von der Mündung des Isonzo bis nach Albanien, einer botanisch noch fast gar nicht untersuchten Landschaft, wo der Uebergang in die griechische Flora eintreten wird. Dem grössten Theil dieses adriatischen Litorals, von Monfalcone am Meerbusen von Triest bis Ragusa entspricht die Verbreitung der monotypischen Gattung *Petteria*, eines von *Cytisus* abgesonderten Genisteenstrauchs (*P. Weldeni*). Auch von mehreren anderen, durch ihren Bau ausgezeichneten dalmatischen Pflanzen ist

es wenig wahrscheinlich, dass sie weiter über die Halbinsel verbreitet sind, da das Küstenland nicht mit dem Innern, sondern mit Griechenland klimatisch verknüpft, dieses aber schon vielfach genau durchforscht ist. Einige dieser Arten wurden in Dalmatien selbst nur an einzelnen Orten beobachtet, wiewohl sie anderswo nicht leicht hätten übersehen werden können (z. B. *Fibigia triquetra* nur an drei felsigen Standorten in der Gegend von Spalatro). Leichter ist es möglich, dass die endemischen Gebirgspflanzen Dalmatiens künftig auch im Innern aufgefunden werden: von drei Arten, die dem Biokovo, dem höchsten Gipfel der Küstenkette (zwischen Spalatro und der Narentamündung) eigenthümlich zu sein scheinen, ist wenigstens eine kürzlich auch auf dem thessalischen Olymp gesammelt worden (*Euphorbia capitulata;* die beiden anderen sind *Hedraeanthus pumilio* und *serpyllifolius*).

2. Der osmanische Theil der Halbinsel, so weit er dem Mittelmeergebiet noch angehört, ist geographisch und klimatisch so nahe mit Anatolien verknüpft, dass es voreilig sein würde, die endemischen Arten zusammenzustellen. In Thracien wird diese Verbindung durch das Auftreten eines Traganth-Astragalus (*A. thracicus*) in der Küstenregion ausgedrückt: wiewohl diese Art selbst jenseits des Propontis noch nicht sicher nachgewiesen wurde, so ist sie doch den bithynischen Formen der Gattung nahe verwandt und soll angeblich mit einer in Karien vorkommenden identisch sein. Die Gebirgspflanzen indessen entfernen sich von denen Anatoliens bedeutender, und hier ist ein Zusammenhang weniger wahrscheinlich, oder doch auf seltenere Fälle beschränkt, da der bithynische Olymp, einer der zunächst gelegenen, alpinen Gipfel in seiner Vegetation schon bedeutend abweicht, und da die rumelischen Ketten näher mit den südlichen Karpaten als mit dem ziemlich genau bekannten Taurus verbunden sind. Eine monotypische Gattung, die diese Verbindung mit den Karpaten ebenso wie die Silberlinde anzeigt, ist die Ericee *Brukenthalia*, die für den Scardus und Pindus so charakteristisch ist. Die Gesneriacee *Haberlea* ist wegen ihrer Verwandschaft mit der pyrenäischen *Ramondia* die merkwürdigste monotypische Gattung der Halbinsel; sie wurde auf dem Südabhang des Balkan zuerst entdeckt und scheint schon in Macedonien nicht weiter vorzukommen; eine zweite Art ward sodann von Heldreich auf dem thessalischen Olymp aufgefunden. Als ein dritter Monotyp ist endlich eine alpine Umbellifere des Parnass (*Huetia*) anzuführen. Uebrigens sind von der

Rhodope, vom Scardus und Pindus oder von den vereinzelten, hohen Gipfeln der Halbinsel weder monotypische Gattungen, noch eigenthümliche Holzgewächse bis jetzt bekannt geworden, so mannigfaltig auch deren Vegetation mit endemischen Arten ausgestattet ist.

3. Griechenland steht durch die Inseln des ägäischen Meeres ebenfalls mit Anatolien in so naher Verbindung, dass der reiche Austausch der Pflanzen leicht erklärlich ist. Auch sind aus der warmen Region keine Monotypen bekannt, und von endemischen Holzgewächsen finde ich auch nur ein unsicheres Beispiel (*Colutea melanoxylon* in Attika). Doch fehlt es nicht an charakteristischen Stauden und Zwiebelgewächsen, und es giebt Fälle, wie in Dalmatien, von sehr beschränktem Vorkommen einzelner Arten (z. B. *Brassica nivea* auf dem Felsen von Akrokorinth). Die jonischen Inseln haben an eigenthümlichen Pflanzen nichts Erhebliches geliefert, aber vom Archipel besitzt man einige Nachrichten aus älterer Zeit, die weiter verfolgt zu werden verdienen. So soll die Insel Amorgos eine endemische Labiate besitzen (*Origanum Tournefortii*), und dies ist eine der Cycladen, die ungefähr in gleichem Abstande von den Küsten Griechenlands und Anatoliens entfernt liegt, so dass, wenn hier Eigenthümliches entstand, sie dieses reicheren Centren gegenüber leichter bewahren konnte als bei näherer geographischen Verknüpfung. Denn da die Wanderungen der Pflanzen durch das Meer viel mehr eingeschränkt als erleichtert werden, so verhalten sich Archipele entgegengesetzt wie das Festland, wo durch eine centrale Lage der Centren ihre Vermischung befördert wird. Da es jedoch hier nur um einzelne Arten sich handelt, die denen der benachbarten Kontinente nahe verwandt sind, so bedürfen die Angaben über ihr Vorkommen weiterer Prüfung, und ich möchte daher auch den einzigen Baum, der bis jetzt mit Sicherheit nur auf gewissen Inseln des ägäischen Meers nachgewiesen ist, jene Conifere, die zum Theil die Wälder auf Thasos bildet (*Juniperus aegaea*), nicht als einen Beweis gelten lassen, dass hier seine ursprüngliche und einzige Heimath sei.

4. Kreta ist als reichstes Feld für endemische Gewächse auch mit einer monotypischen Gattung ausgestattet (der Campanulacee *Petromarula*). Diese Insel hat ferner eigenthümliche Holzgewächse. Sie ist die Heimath eines Baums, der den Ulmen verwandt ist (*Planera Abelicea*) und einer Gattung angehört, die ausserdem am Kaukasus und in Nordamerika vertreten ist. Früher nur von den sphakiotischen Gebirgen Kretas bekannt, wurde dieser Baum neuerlich

von Unger auch auf Cypern entdeckt. Da derselbe aber hier nur an einem einzigen Punkte der gebirgigen Nordküste bemerkt worden ist, so dürfte die kretensische Heimath nicht zweifelhaft sein, falls die specifische Verschiedenheit der kaukasischen Art, deren Blätter weit grösser sind, sich bestätigt. Durchaus auf Kreta beschränkt ist eine Reihe von Sträuchern, und hiebei ist es für diese insularen Vegetationscentren bezeichnend, dass sie meist zu Gattungen gehören, deren Arten auf dem Festlande nur aus Stauden oder Halbsträuchern bestehen. Drei von diesen Sträuchern bewohnen das zum Ida sich erhebende Gebirge (*Linum arboreum*, *Ebenus cretica* und *Astragalus creticus*), zwei Synanthereen die wärmeren Gegenden der Insel (*Staehelina fruticosa* und *arborescens*). Auch unter den endemischen Stauden Kretas finden sich zahlreiche Arten von fremdartigem Bau, wofür ich nur als Beleg anführen will, dass zwei Umbelliferen als Monotypen beschrieben sind, die man aber gegenwärtig zu anderen Gattungen zurückführen will (*Ormosolenia* zu *Peucedanum*, *Anosmia* zu *Smyrnium*).

Die östlichen Vegetationscentren von Syrien bis zum Pontus und in Anatolien [145] schon jetzt genauer scheiden zu wollen, ist noch nicht an der Zeit, so sehr auch die klimatische Gliederung des Orients dazu einladet. Zehn monotypische Gattungen, von den mehrere auch in die Steppen des Inneren verbreitet sind, vertheilen sich so, dass vier den Süden, Syrien und zum Theil auch Cilicien bewohnen, drei der Westküste von Lydien bis Lycien, eine Bithynien und die beiden übrigen der ganzen Halbinsel Anatoliens angehören. Diese Monotypen sind folgende: die Leguminosen *Cytisopsis* (Syrien bis Cilicien) und *Chronanthus* (Westküste); die Cruciferen *Andreoskia* (Anatolien) und *Boreava* (Anatolien); die Umbelliferen *Microsciadium* (Westküste) und *Astoma* (Syrien); die Scrophularinee *Janthe* (Bithynien—Bosporus); die Labiate *Dorystachys* (Lycien); die Synanthereen *Stechmannia* (Syrien) und *Gundelia* (Syrien, Cilicien—Persien). Bestimmter ist die klimatische Gliederung der drei Küsten und ihrer Gebirgsketten durch die endemischen Holzgewächse ausgedrückt, unter denen 5 Arten von Bäumen enthalten sind. Von diesen bewohnen eine Eiche und eine Esche das syrisch-cilicische Küstenland (*Quercus Libani* und *Fraxinus syriaca*), der Storaxbaum einige Vorberge des südwestlichen Taurus (*Liquidambar orientale*, im Niveau von 2000 Fuss), zwei Arten von Mandelbäumen sind bis jetzt nur in Phrygien bemerkt worden (*Amygdalus orientalis* und *salicifolia*). Auf

das pontische Gebirge bis zum westlichen Kaukasus ist eine Varietät der Edeltanne beschränkt, welche die oberen Waldregionen begleitet (*Pinus Picea var. Nordmanniana*, bis 6000 Fuss). Unter den endemischen Sträuchern berücksichtige ich nur die leicht erkennbaren Arten, deren Verbreitungsbezirk dadurch sicherer verbürgt erscheint. Auch sie gewähren Anhaltspunkte für die Unterscheidung der syrisch-cilicischen, jonischen und pontischen Vegetationscentren. Zu der ersten Gruppe gehören 3 Leguminosen (*Psoralea Jaubertiana*, *Colutea cilicica*, *Cytisopsis dorycnifolia*), 1 Ampelidee (*Cissus orientalis* in Cilicien), 2 Caprifoliaceen (*Lonicera nummularifolia* und *viscidula*). Auf das jonische Gebirge des Tmolus beschränkt sich das Vorkommen des schon genannten monotypischen, von Cytisus abgesonderten Strauchs (*Chronanthus orientalis*), und von hieraus folgt dem Zuge des südlichen Taurus bis Cilicien eine Rosacee (*Amelanchier parviflora*). Auf dem pontischen Gebirge wurde von Balansa ein immergrüner Strauch entdeckt, der durch seine Belaubung so auffallend ist, dass, wenn derselbe weiter verbreitet wäre, man ihn schwerlich würde übersehen haben (*Phillyrea Vilmoriniana*). Zu den hervorstechenden Eigenthümlichkeiten der Tauruslandschaften und Syriens gehört ferner die Erscheinung, dass verschiedene Gattungen anderer Floren und in einigen Fällen selbst ferner Erdtheile hier durch einzelne Arten vertreten sind, die der Gesammtvegetation als fremdartige Glieder gegenüberstehen. Grossentheils sind dies Steppenpflanzen (z. B. *Cousinia*), bei denen eine klimatische Erklärung nahe liegt, aber auch hier hat es doch etwas Auffallendes, wenn eine Gattung sich von dem Steppengebiet bis zu den syrisch-anatolischen Küsten nicht ununterbrochen ausdehnt, sondern in den Nachbarländern fehlt und erst in entfernteren Meridianen wiederkehrt (*Polylophium* und *Arthrolepis* in Persien). Indessen ist es möglich, dass solche Lücken nur von mangelhafter Sachkenntniss herrühren und in der Folge verschwinden werden. Dies ist aber nicht denkbar, wo weder ein klimatischer noch ein geographischer Zusammenhang besteht. Nur das Gesetz der systematischen Verwandtschaft benachbarter Vegetationscentren kann dazu dienen, gewisse Fälle dieser Art einigermaassen aufzuklären. Bei einigen tropischen Gattungen, die hier vertreten sind, ist zu erinnern, dass sie einheimischen nahe stehen (am nächsten verbunden sind *Cissus orientalis* und *Vitis*, *Anthistiria brachyantha*, ebenfalls cilicisch, und *Andropogon* schon entfernter, in noch weiterem Abstande die Rafflesiaceen *Pilostylis* und *Cytinus*). Bei der Beziehung

der Platane und des Storaxbaums (*Platanus* und *Liquidambar*) zu der nordamerikanischen Flora, wovon schon früher die Rede war, kann man nur an eine gewisse Analogie des Klimas denken. Und hieran reiht sich auch die monotypische *Gundelia*, der einzige Vertreter der Gruppe der Vernoniaceen, der in der alten Welt die gemässigte Zone bewohnt, während die verwandte tropische Gattung *Vernonia* ebenfalls Nordamerika erreicht. Das merkwürdigste Beispiel solcher systematischer Verknüpfungen mit fernen Ländern lieferte endlich die Entdeckung eines Pelargonium auf den Gebirgen Ciliciens und des nördlichen Syriens (*Pelargonium Endlicherianum*), ohne dass irgend eine andere geographische Beziehung zu den zahlreichen Arten dieser Gattung im Kaplande nachzuweisen wäre, als dass sie auch in Abessinien spärlich vertreten ist. Hier zeigt sich uns aufs Neue, wie im systematischen Charakter der Vegetationscentren das eigentlich Bestimmende uns fast immer verborgen bleibt.

Ueberblicken wir nun das Gesammtergebniss der Untersuchung über die Vertheilung der Vegetationscentren, so erkennen wir, dass diejenigen Inseln, welche eigenthümliche Erzeugnisse hervorgebracht haben, reicher an endemischen Arten sind als gleich grosse Räumlichkeiten des Kontinents. Aber gerade entgegengesetzt verhält sich die Gesammtzahl ihrer vegetabilischen Produkte. Die Kataloge der Inselfloren, welche alle beobachteten Pflanzenarten aufzählen, sind bei gleich günstigem Boden und Klima allemal ärmer als die Verzeichnisse, welche sich auf Abschnitte des Festlands von entsprechender Grösse beziehen. Auf der Insel Cypern fehlen viele allgemein verbreitete Mediterrangewächse, wie dies namentlich schon in Bezug auf die einförmige Bildung der dortigen Maquis bemerkt wurde. Zu ähnlichen Betrachtungen fand sich der englische Botaniker Prior veranlasst, als er Dalmatien und Sicilien nach einander bereiste [146]) und ihm jenes Festland eine weit ergiebigere Ausbeute bot als die Insel. Hierin ist, wie bereits bemerkt wurde, die Wirkung der Pflanzenwanderungen nicht zu verkennen: denn da die Flora jedes einzelnen, eng begrenzten Bezirks nur zum kleinsten Theil aus endemischen Arten besteht und die Gegenwart der übrigen auf dem wechselseitigen Austausch verschiedener Vegetationscentren beruht, so kann ein Punkt des Kontinents sich von mehreren Seiten aus bereichert haben, während eine Insel ihre angesiedelten Gewächse vielleicht nur von einer einzigen Küste aus empfing. Je weiter sie vom Festlande entfernt liegt, desto mehr ist die Einwanderung erschwert. Sicilien

ist nun zwar keine entlegene Insel, aber doch geographisch viel ungünstiger gestellt als Dalmatien. Auch in dieser Beziehung sind die Gebirgsgipfel mit Inseln zu vergleichen. Prior fand die alpine Region des Apennin ebenso wenig ergiebig, wie dies vom Aetna längst bekannt war. Der Reisende hatte Gelegenheit, binnen kurzer Zeit den Matese nördlich von Neapel mit dem Biokovo in Dalmatien vergleichen zu können und erstaunte über den Gegensatz des Pflanzenreichthums, während Gebirgsart, Bergform und Klima allerdings eine entschiedene Uebereinstimmung sollten erwarten lassen. Aber der Appenin hat nur mit den piemontesischen Alpen einen unmittelbaren Zusammenhang, so dass in dieser Richtung allein der Austausch alpiner Gewächse durch Ausstreuung des Samens leicht erfolgen kann und in jeder anderen gehemmt ist, wogegen die dalmatische Küstenkette mit den Bergsystemen Bosniens und der ganzen griechischen Halbinsel in Verbindung steht.

Auf dem Festlande ist die Vermischung der Vegetationscentren nach geographischen und klimatischen Bedingungen so leicht und einfach zu erkennen, dass nur einige schwierigere Fälle näher zu untersuchen sind, bei denen man den Zweifel aufwerfen kann, ob eine Wanderung möglich war. Auf klimatischen Analogien beruht es, dass auch über die Grenzen des Gebiets hinaus die südliche Vegetation gewisse Arten im Westen bis zu höheren Breiten entsendet, deren Anzahl allmälig abnimmt, je weiter man nach Norden geht, und dass in Ungarn [147], gegen das schwarze Meer hin und im Orient ein ähnlicher Austausch bemerklicher ist als in Deutschland, wo an die Alpen ein Tafelland sich anschliesst, auf welchem die in die italienischen Thäler und in das Rhonegebiet eindringenden Pflanzen nicht mehr gedeihen können. So ist es auch der grössere klimatische Gegensatz, wodurch die Mediterranflora von der Sahara schärfer abgesondert wird als von den Wäldern und Steppen Europas und Asiens, wo die physischen Bedingungen sich allmäliger abstufen. Innerhalb des Gebiets aber treten die Einflüsse der geographischen Lage, die mechanischen Hindernisse der Pflanzenwanderung deutlicher hervor. Je geringer der Abstand von zwei gegenüberliegenden Küsten ist, je vollständiger die Gebirgskämme kettenförmig zusammenhängen, desto grösser wird die Zahl gemeinsamer Pflanzen. Hiefür kann die gleichartige Vegetation zum Beleg dienen, welche die gegenüberliegenden Küsten an den Strassen von Gibraltar und Messina oder Thracien und Bithynien verbindet, und ebenso ist die

Uebereinstimmung der Gebirgspflanzen des Scardus und Pindus grösser als zwischen den Ketten des Inneren und dem vereinzelten Gipfel des Athos. Wenn man diese Verhältnisse erwägt, ist man keineswegs, wie aus dem Vorkommen der Affen auf dem Felsen von Gibraltar geschlossen ward, zu der Folgerung genöthigt, da, wo jetzt das Meer zwei Kontinente trennt, ehemalige Landverbindungen anzunehmen. Denn auch zwischen Sicilien und Nordafrika bestehen ähnliche Verknüpfungen der Flora [148], sogar von Holzgewächsen: nur sind sie weniger zahlreich. Die Affen mögen leicht durch den Menschen verpflanzt sein, zu den Zeiten, als beide Küsten von demselben Volke bewohnt waren, aber die Samen der meisten Gewächse können, von Vögeln, vom Winde oder von Strömungen getragen, über das Meer gelangen; nur durch die ungleiche Dauer ihrer Keimfähigkeit werden ihre Ansiedelungen beschränkt. Allein solche Gebirgspflanzen, die klimatisch an die höchsten, alpinen Gipfel gebunden sind, nöthigen, eine Wanderung des Samens durch die Atmosphäre anzunehmen, auch wenn der Abstand dieser Gipfel gering ist, aber die Pässe, die sie trennen, die erforderliche Höhe nicht erreichen. Geologische Hypothesen, welche mögliche Aenderungen des Niveaus oder auch des Klimas in Bereitschaft haben, um die Lücken der Verbreitung auszufüllen, sind leicht gefunden, aber da Bewegungen, die in der Vorzeit stattgefunden, der Beobachtung entzogen sind, so ist es nicht die Aufgabe, zu zeigen, wie sie überhaupt zu Stande kommen konnten, sondern es ist zu untersuchen, ob die gegenwärtig die Natur beherrschenden Kräfte dazu genügen und sich also gleichartige Erscheinungen täglich wiederholen können. Dieser Forderung ist schon bis zu einem gewissen Grade genügt, wenn nachgewiesen wird, dass die Verbreitung der Pflanzen über das Meer und durch die Luft von dem geographischen Abstande abhängt, womit die Schwierigkeit, die Fortpflanzung der Individuen und ihre Ansiedelung zu sichern, gleichmässig wachsen muss. Ist auf diese Weise die Theorie der Vegetationscentren und ihrer Vermischung erst ausgebildet, so wird es auch in der Folge nicht an umfassenderen Beobachtungen fehlen, wie durch die Strömungen des Meers und der Atmosphäre oder durch die Bewegungen der Thierwelt Erfolge, wie sie die Vorzeit uns hinterliess, wirklich zu Stande kommen.

Die Verknüpfung der Flora des spanischen Tafellandes mit den russischen und anatolischen Steppen [149] durch eine Reihe von identischen Pflanzenarten ist eine Erscheinung, welche ebenso, wie die

Wiederkehr arktischer Gewächse in den Alpen, den Vorstellungen von der Einheit der Vegetationscentren als widerstrebend betrachtet werden könnte. Geht man indessen auf die einzelnen Arten ein, von denen ich doch nur etwa dreissig zähle, die als charakteristische Steppenpflanzen in den Zwischenländern kein passendes Klima finden, so wird auch hier der Austausch wohl begreiflich, selbst wenn zur Uebertragung des Samens keine andere Bewegungen als die der Atmosphäre sollten mitgewirkt haben. Zuerst ist hervorzuheben, dass diese Gewächse grösstentheils einjährig sind und zahlreiche, winzige Samen erzeugen, die, wie Staubkörner, von heftigen Winden über weite Strecken hin getragen werden können. Die Länge einer solchen atmospärischen Verbindungsbahn von Südrussland bis Spanien ist etwa so gross wie von den Alpen bis zum Dovrefjeld in Norwegen. Aber als einjährige und leicht sich vervielfältigende Pflanzen, die viel mehr vom Klima als vom Boden abhängen, gedeihen sie meist auch auf den Getraidefeldern und können also auch mit der Saat verpflanzt sein. Sodann spricht für die Wanderung dieser Gewächse, dass mehr als die Hälfte derselben den von jener Verbindungsbahn berührten Ländern nicht durchaus fehlen, sondern sich da finden, wo sie hier oder dort je nach ihren verschiedenartigen, klimatischen Bedingungen sich anzusiedeln vermochten: so wachsen 6 auch in Griechenland, 2 in Thracien, 4 in Ungarn und 4 in Südfrankreich, einige von ihnen auch in mehreren dieser Zwischenländer zugleich. Hiedurch wird also ein allmäliger Uebergang zu der so viel grösseren Reihe von Arten hergestellt, die, indem sie auch in Italien gedeihen können, nicht bloss Spanien und die östlichen Steppen, sondern auch das ganze Mittelmeergebiet bewohnen. Endlich stehen den einjährigen Pflanzen nur sieben mehrjährige gegenüber, von denen in drei Fällen entweder die Identität oder die Selbständigkeit der Art zweifelhaft ist und eine vierte (*Orobanche cernua*) als Prasit die Artemisien begleitet (unter anderen auch eine Art, die den Steppen nicht eigen ist, so dass ihr Vorkommen vielleicht noch nicht vollständig bekannt wurde): die drei übrigen fehlen auch den Zwischenländern nicht ganz.

Diese Erörterungen finden keine Anwendung auf einige Gewächse, die nicht den Steppen, sondern anderen Gegenden Spaniens angehören und doch ebenso wie jene erst in entlegenen Ländern des Orients wieder angetroffen werden. Dies wurde schon von dem spanischen Wachholderbaum (*Juniperus thurifera*) erwähnt, dessen

Wälder zwar Sardinien und den Atlas erreichen, dann aber erst am Taurus wieder auftreten. Hieher gehören ferner das pontische Rhododendron (*Rhododendron ponticum*), welches an der spanischen Südküste wiederkehrt, und eine Rosacee (*Geum heterocarpum*), die bis jetzt nur in der oberen Gebirgsregion Granadas und Murcias, dann erst wieder auf dem persischen Elborus bemerkt wurde. Im letzteren Falle mögen verknüpfende Standorte noch unbekannt sein, auf die Lücken in dem Wohngebiet der Nadelhölzer werden wir sogleich ausführlicher einzugehen haben; von dem immergrünen und geselligen Rhododendron aber, einem Strauch, der im Osten eine weite Verbreitung vom Kaukasus bis Bithynien und Syrien hat und im westlichen Andalusien nur auf einen schmalen Küstenstreifen beschränkt ist, möchte man, da er die Gärten ziert, eine Verpflanzung durch die Araber für wahrscheinlicher halten.

Solche Vermuthungen indessen würden ganz unstatthaft sein, wenn man sie auch auf die Verbreitung der Cederwälder und anderer Coniferen ausdehnen wollte, deren einzelne Wohngebiete durch weite Zwischenräume getrennt sind. Die Ceder des Libanon (Linné's *Pinus Cedrus*), die auf diesem Gebirge fast ausgerottet schien, von der man aber kürzlich daselbst wieder grössere Bestände aufgefunden hat, wurde zuerst auf dem anatolischen Taurus als weit verbreiteter Waldbaum nachgewiesen. Die Deodara-Ceder (*P. Deodara Roxb.*), die zu den schönsten und allgemein vorkommenden Coniferen des Himalaja gehört, unterscheidet sich im Wuchse erheblich; sie besitzt nicht die schirmähnliche Anordnung der Zweige, wodurch die gedrängten Nadeln der Libanonceder zu einer ebenen Fläche sich ausbreiten und die ganze Krone oben, wie eine grüne Tafel, abgeplattet erscheint. Als später die Ceder des Atlas entdeckt wurde, wo die oberen Gebirgswälder in der Provinz Constantine fast ausschliesslich aus derselben gebildet werden, hat Endlicher auch diese afrikanische Conifere, von welcher er nur junge Schösslinge kannte, als eine besondere Art aufgefasst (*P. atlantica*). Allein sichere Unterschiede sind nicht vorhanden, und, wenn auch bei der Kultur der abweichende Wuchs der Deodara-Ceder beständig bleibt und in allen drei Fällen von klimatischen Varietäten die Rede sein kann, deren Eigenthümlichkeit durch den Einfluss fremder Lebensbedingungen nicht sofort verloren geht, so ist doch die Identität der Art unzweifelhaft. Diese Ansicht theilen die ersten Botaniker Englands, wo die Cedern des Libanon und des Himalaja häufig in den Park-

anlagen gezogen werden. Bei der Vergleichung der Ceder des Atlas mit der des Taurus kam Cosson [150]) zu dem nämlichen Ergebniss und fand, dass bei der ersteren nur die Nadeln gewöhnlich weniger lang wären. Zwischen dem Atlas und Taurus, zwischen dem Libanon und dem Himalaja hat man nirgends die Ceder angetroffen. Der geographische Abstand ist im ersteren Falle auf wenigstens 300, im letzteren auf über 500 g. Meilen anzuschlagen. Ist die Identität der Art sichergestellt, so fordert die Einheit der Vegetationscentren auch hier einen gemeinsamen Ursprung, aber es ist schwierig einzusehen, welche Hülfsmittel der Ceder zu Gebote standen, eine Wanderung über so weite Strecken zu vollenden. Für die Lösung dieses Problems ist schon Einiges geleistet, wenn analoge Fälle von anderen Gebirgsbäumen nachgewiesen werden können, und in der That steht die Ceder unter den Coniferen des Mittelmeergebiets nicht allein. Ein zweites Beispiel hat sich neuerlich aus den Untersuchungen Hooker's [151]) über eine Kiefer des Himalaja ergeben, die daselbst ebenfalls allgemein verbreitet ist und westwärts die Gebirge Afghanistans erreicht (*Pinus excelsa*). Auf dem Peristeri, einem hohen Berge Macedoniens, fand ich die Waldregion zum Theil aus einer Conifere gebildet, die übrigens in Europa unbekannt war, und die ich von der ähnlichen Zirbelnusskiefer (*P. Cembra*) als eine eigenthümliche Art unterschied (*P. Peuce*). Viel später erst sind die reifen Zapfen dieses Baums bekannt geworden, nach deren Vergleichung ihn Hooker mit jener Himalaja-Kiefer für identisch erklärte. Da eine Conifere dieser Art auf dem weiten Raume zwischen dem Peristeri bei Bitolia und Afghanistan nirgends beobachtet worden ist, so meinte Hooker, dass die Herkunft desselben eins der merkwürdigsten Probleme enthalte. Manche könnten versucht sein, an eine Anpflanzung der nordamerikanischen Weimuthskiefer (*P. Strobus*) auf dem macedonischen Berge zu denken, da diese Art der des Himalaja sehr nahe steht, allein diese Vorstellung wird schon durch das örtliche Vorkommen und dadurch ausgeschlossen, dass die meisten Individuen der Peuce-Kiefer strauchartig bleiben und in dieser Form auch über die tiefer gelegenen, mit Wachholdergebüsch bedeckten Abhänge des Bergs sich weit hinab erstrecken. Ferner wurde die Ansicht geäussert, dass die macedonische Kiefer sich als eigene Art werde behaupten lassen, allein nach sorgfältiger Vergleichung der reifen Zapfen vom Himalaja und vom Peristeri muss ich der Auffassung Hooker's durchaus beitreten. Es ist offenbar eine der Verbreitung

der Cederwälder gleichartige Erscheinung, die sich dann endlich auch noch, wie früherhin erwähnt wurde, bei dem asiatischen Wachholderbaum (*Juniperus foetidissima*) wiederholt, von dem ebenfalls zwischen dem Taurus und Himalaja keine verknüpfenden Standorte bekannt sind, und auf dessen Verbreitung in den Gebirgen des Steppengebiets wir an einem anderen Orte zurückkommen werden. Auch ist die Lücke, welche die Wälder des spanischen Wachholderbaums von dem cilicischen Taurus trennt, in ähnlichem Sinne aufzufassen. In diesem letzteren Falle kann man nicht erwarten, dass dieselbe durch die Entdeckung von neuen Fundorten in Italien oder Griechenland künftig sollte ausgefüllt werden, was in Asien bei den übrigen Coniferen doch leicht möglich wäre, wenn man bedenkt, dass selbst die Ceder erst neuerlich auf dem Taurus aufgefunden wurde, wo sie doch grosse Wälder bildet, und dass daher weniger auffällige Bäume, wie die Himalaja-Kiefer, leicht noch auf anderen Gebirgen Anatoliens und Persiens verborgen sein möchten. Ferner könnte man ein Gewicht darauf legen, wie sehr die Wälder sowohl in Südeuropa als in Vorderasien gelichtet und verwüstet sind, so dass diese Nadelhölzer in den zwischenliegenden Ländern, wo sie gegenwärtig vermisst werden, ehemals vorhanden gewesen sein könnten. Dadurch würde auch die Schwierigkeit beseitigt, dass der Hindukusch, der die einzige Verbindungsbahn zwischen dem Himalaja und dem persischen Elborus bildet, in seinem westlichen Theile gegenwärtig ganz waldlos sein soll. Allein immer würden doch die durch das ganze Mittelmeer vom Orient abgesonderten Ceder- und Wachholderwälder des Atlas und Spaniens als eine räthselhafte Erscheinung übrig bleiben, als eine geographische Thatsache, die uns nöthigt, entweder Ausnahmen von der Einheit der Vegetationscentren zuzulassen, oder eine atmosphärische Verbindungsbahn anzunehmen. Nicht leicht entschliesst man sich indessen zu der Vorstellung, dass durch Mitwirkung von Sturmwinden oder Vögeln keimfähige Samen den weiten Raum zwischen dem Atlas und Taurus überschreiten konnten, wo keine Gebirge einen Ruhepunkt bilden, auf denen sie sich hätten entwickeln können. Nur der Aetna und der Taygetus erheben sich zu geeigneter Höhe, um eine solche atmosphärische Bahn zu erreichen, und haben doch wohl schwerlich jemals Cederwälder besessen, deren etwaige Reliquien aufzusuchen freilich auch nicht unternommen ist. Zu Gunsten einer historischen Wanderung dieser Coniferen lässt sich anführen, dass der Samen von Holzgewächsen seine Keimkraft in

vielen Fällen lange bewahrt, dass derselbe bei der Ceder grosse Flügelanhänge besitzt, die im Winde wie ein Segel getrieben werden, und dass die Vögel, denen die Beeren des Wachholderbaums zur Nahrung dienen, dessen wohlerhaltene Keime beherbergen und zu weit entlegenen Orten, wohin ihre Wanderung sie führt, verpflanzen können. Eine Grenze, bis zu welchen Entfernungen solche Wirkungen möglich sind, ist gar nicht anzugeben, und da man weiss, in wie kurzer Zeit Zugvögel oder Brieftauben Hunderte von Meilen zurücklegen, oder über wie weite Räume Meteorstaub und vulkanische Aschen vom Winde getragen werden, so hat man eigentlich keinen Grund, die Lücken des natürlichen Wohngebiets, wie gross sie auch sein mögen, mit dem einheitlichen Ursprunge eines Gewächses als unvereinbar anzusehen. Dass der geographische Abstand in der Sonderung der Pflanzen eine so bedeutende Rolle spielt und grosse Lücken des Verbreitungsbezirks nur bei so wenigen Arten vorkommen, liegt nicht daran, dass es dem Samen an Beweglichkeit fehlt, sondern ist eine Folge der Schwierigkeiten, die der Ansiedelung an entfernten Standorten entgegenstehen, wo es nur selten unter den günstigsten Umständen gelingen kann, die daselbst bereits vorhandenen Gewächse von dem Schauplatze ihres Lebens zu verdrängen. Unter diesem Gesichtspunkte sind die Zweifel, welche gegen die Migrationen durch die Atmosphäre oder über das Meer aufgeworfen worden sind, nicht gerechtfertigt. Sie stützen sich fast nur auf negative Beobachtungen [152]), dass man aus der Luft keine Samenkörner niederfallen sehe, dass der Austausch für gewisse Arten selbst durch schmale Meeresarme dauernd gehemmt sei. Eine einzige, positive Thatsache wiegt schwerer, sie widerlegt jede Verneinung, die nur auf die Seltenheit der Gelegenheiten zu wirklichen Beobachtungen sich stützen kann. Neben den Nachweisungen über die Mitwirkung der Zugvögel bei der Verpflanzung der Gewächse in entfernte Gegenden möchte ich daher ein grosses Gewicht auf eine noch nicht veröffentlichte Beobachtung Berthelot's [153]) legen, welche beweist, wie weit keimfähiger Samen durch den Wind bewegt werden und an neuen Standorten zur Entwickelung gelangen kann. Auf den kanarischen Inseln, deren Flora ihm so genau bekannt war, sah dieser Reisende unmittelbar nach einem heftigen Orkan eine einjährige Synantheree (*Erigeron ambiguus*), die in der Mediterranflora allgemein verbreitet ist, plötzlich an den verschiedensten Standorten keimen und dauernden Besitz vom Boden ergreifen. Zahlreiche Samen dieser

Pflanze, die vermöge ihrer Haarkrone in der Luft schweben, waren demnach durch ein ungewöhnliches Naturereigniss den Inseln aus Afrika oder von Portugal mit einem Male zugeführt worden.

Von den mannigfachen Ansiedelungen aus fernen Ländern, durch welche die Mittelmeerflora im Laufe der Jahrhunderte verändert worden ist, sind diejenigen bereits angeführt worden, welche auf die Physiognomie der Landschaft einen bedeutenderen Einfluss haben. In einigen dieser Fälle, wo die Verpflanzung sich auf einzelne Abschnitte der Mediterranflora beschränkte, sprechen sich in diesem Verhältnisse die klimatischen Beziehungen zu dem Heimathlande aus, oder es liegt ihnen auch nur der engere Wechselverkehr zwischen den Kolonien und ihrem Mutterlande zu Grunde. So weisen in Portugal zwei immergrüne Laubhölzer auf die atlantischen Archipele (*Persea indica* und *Prunus lusitanica*), eine besondere Cypresse (*Cupressus glauca*) auf die Seeverbindungen mit Goa. In die Reihe der durch Kultur angesiedelten Pflanzen gehören auch einige Sumpfgewächse [154]), welche die Reisfelder in Oberitalien begleiten, und die, meist aus den Tropen abstammend, nicht selten irrthümlich für endemisch gehalten worden sind. Wo aber die Ansiedelungen nicht auf die Mitwirkung des Menschen, sondern auf physische Ursachen zurückzuführen sind, zeigt sich der Einfluss der äusseren Lebensbedingungen zuweilen auf überraschende Weise. Zu den merkwürdigsten Beispielen dieser Art gehört das Vorkommen von zwei tropischen Gewächsen, einem Cyperus und einem Farnkraut, an den Fumarolen der Insel Ischia unweit Neapel [155]) (*Cyperus polystachius* und *Pteris longifolia*). Hier haben sie sich nur in Folge hoher Bodenwärme eingefunden und werden durch die dauernde vulkanische Thätigkeit zurückgehalten: denn sie wachsen mitten im aufsteigenden Wasserdampfe, so dass man die Hand an der erhitzten Erdkrume zu verbrennen Gefahr läuft, wenn man ihre Wurzeln ausgräbt. In den botanischen Garten von Neapel versetzt, ertrugen sie den neapolitanischen Winter nicht: an den Fumarolen von Ischia ist natürlich die Wärme der Luft, von der sie umgeben sind, eine konstante und beträgt nach Parlatore 24° R. Schouw, der dieses sonderbare Vorkommen untersuchte und der sonst immer die Einheit der Vegetationscentren zu bestreiten pflegt, hat in diesem Falle doch auch eine Einwanderung angenommen, weil, wie er bemerkt, das Farnkraut Ischias auch bis nach Sicilien, der Cyperus bis Nordafrika von den Tropen aus verbreitet sei. Er begeht die Inkonsequenz, dass er

in anderen Fällen, z. B. bei dem Austausch zwischen den Floren von Schottland und Norwegen die Wanderung der Pflanzen, die beiden Ländern gemeinsam sind, nicht zugeben will, hier aber, wo doch auch ein weites Meer die nächsten Standorte trennt, jene Bewegung als wirksam gelten lässt, durch welche die Samenkörner aus ihrer Heimath in die Ferne geführt werden. Er hat indessen keinen Versuch gemacht, die Grenzen anzugeben, bis zu welchen nach seiner Meinung Wanderungen allein möglich sein sollten, und es ist nicht abzusehen, weshalb ein Samen nicht ebenso leicht von Norwegen nach Schottland als von Tunis nach Ischia gelangen sollte. Das Eigenthümliche der Erscheinung auf Ischia besteht nur darin, dass solche Bewegungen im Laufe der Zeit unendlich vervielfältigt gedacht werden müssen, um zu begreifen, dass in so weiter Entfernung auch ein so einsamer Standort, wie ihn eine heisse Quelle bietet, und wo sie doch allein ein Ergebniss haben konnten, ihren Wirkungen nicht entgangen ist.

IV.

STEPPENGEBIET.

Klima. Die westliche Kultur Europas wird von der östlichen Chinas und Indiens durch das weite Gebiet der Steppen abgesondert und hierin liegt der Grund, dass beide sich selten in der Geschichte berührt haben und eigenartig entfalten konnten. Von den Donaumündungen am schwarzen Meere bis zu den Zuflüssen des Amur, von der mittleren Wolga (53° N. B.) bis zur Küste des arabischen Meers in Beludschistan (26°) und bis zum indischen Hauptkamm des Himalaja erstrecken sich über die am tiefsten eingesenkten und am höchsten gehobenen Flächen der Erde durch ganz Vorder- und Centralasien die Steppen mit ihrem einförmigen und doch mannigfaltig gegliederten Vegetationscharakter, mit ihren nomadisirenden Hirtenvölkern, die nur da zu städtischer Gemeinschaft und zu selbständiger Staatenbildung von den frühsten Zeiten an sich entwickelten, wo fliessendes Gebirgswasser dem Ackerbau zur Stütze diente. Nach seinem Einflusse auf das Pflanzenleben beurtheilt, ist das Klima nicht viel günstiger als das arktische, obgleich, der geographischen Lage entsprechend, eine viel nähere Verwandtschaft es mit den gesegneten Ländern am Mittelmeer verbindet. Ein regenloser, heisser Sommer ist beiden Gebieten gemeinsam, aber da das kontinentale Klima mit dem erweiterten Abstande vom atlantischen Meere in östlicher Richtung immer stärker ausgebildet wird, so gehen mit dem wachsenden Gegensatze der Jahrszeiten die Vortheile des südlichen Himmels verloren. Durch die Strenge und Dauer des Winters wird die Vegetationszeit des Frühlings verkürzt, die herbstliche kaum wieder aufgenommen, und das Zeitmaass der Entwickelung, wie im

hohen Norden, auf höchstens drei Monate eingeschränkt. Auf einem Raume, dessen Umfang man auf beinahe 300000 Quadratmeilen schätzen kann, und der daher mehr als den dritten Theil von ganz Asien umfasst, finden wir diesen einförmigen Wechsel von drei Jahrszeiten, von denen fast nur der kurze Frühling dem Pflanzenleben zu seiner Entfaltung zu Gebote steht, indem an den regenlosen Sommer sich fast unmittelbar die Schneefälle des Winters anschliessen. Nur eine besondere, der Dürre des Klimas angepasste Organisation vermag bei gewissen Pflanzenformen die Entwickelungsperiode zu verlängern. Und da bei den übrigen die Kürze der Vegetationszeit nur auf dem Mangel der Bewässerung beruht, so sind mit den Flüssen und Gebirgen, die auch dem Sommer Feuchtigkeit gewähren, sofort weit vortheilhaftere Bedingungen für menschliche Kultur geboten.

Dass auf Meridianen, welche von der Kirgisensteppe bis zur Küste des indisch-arabischen Meers sich über 27 Breitengrade erstrecken, Klima und Vegetation in so hohem Grade übereinstimmen, hat seinen allgemeinen Grund darin, dass der Unterschied der Polhöhe durch die Erhebung des Bodens zu den asiatischen Hochländern bis zu einem gewissen Maasse ausgeglichen und dadurch die Wirkung der Sonne im Süden geschwächt wird, freilich nicht in gleichem Grade wie auf den Gebirgen, deren Wärme in vertikaler Richtung rascher abnimmt als auf ebenen Grundflächen von verschiedenem Niveau. Die Depression des kaspischen Meers liegt 80 Fuss unter dem Spiegel des Oceans [1]). Die südlichen Hochebenen, die, durch Gebirgsketten gegliedert, sich ununterbrochen von Kleinasien bis zur Gobisteppe erstrecken, heben sich von 3000 bis 6000 Fuss [2]) und erreichen in den höchsten Bodenschwellungen Centralasiens das beispiellose Niveau von mehr als 16000 Fuss [3]). Zu den kontinentalen Gegensätzen der Erwärmung gesellt sich als zweites klimatisches Moment eine ungemein trockene Atmosphäre. Hier empfängt das nördliche Tiefland die äquatorialen Luftströmungen, die sonst Feuchtigkeit und Regen spenden würden, aus der afrikanischen Wüste und aus den vorderasiatischen Hochflächen, nachdem sie auf diesem weiten Wege über zwei Kontinente ihren Wasserdampf grösstentheils verloren haben. Das den Hochebenen selbst eigenthümliche Klima kann man nirgends vollständiger als hier nach seinen verschiedenartigen Bedingungen kennen lernen. Die Trockenheit desselben ist, vom allgemeinsten Standpunkte aufgefasst, eine Folge der Schwere des Wasserdampfs, dessen Dichtigkeit daher mit der

Höhe rasch abnimmt, und dessen Abnahme wiederum die Verdunstung beschleunigt. Diese Wirkungen werden in den Gebirgsketten beschränkt, weil die an ihren Abhängen aufwärts wehenden Winde die Wolkenbildung befördern und die ungleiche Erwärmung wechselnder Expositionen Niederschläge veranlasst. Fast alle Hochebenen der Erde sind sodann von höheren Randgebirgen eingeschlossen, die dem inneren Raume die Feuchtigkeit entziehen, und gerade in Asien wirken in diesem Sinne austrocknend alle Hochgebirgsketten vom Taurus bis zum Chingan in China. Durch den heiteren Himmel endlich wird das Plateauklima zugleich noch excessiver, wie es schon durch die Lage im Inneren des asiatischen Kontinents sein würde. Im Sommer erhitzen sich daher horizontal wehende Luftströmungen, wenn sie von der kälteren Atmosphäre über dem Tieflande ausgingen, und auch hiedurch wird die Verdichtung des Wasserdampfs im Hochlande gehindert. Wirken auf einem von Randgebirgen umschlossenen Raume alle diese Einflüsse zusammen, so können die Steppen Asiens auch noch in höheren Breiten sich in unbewohnbare Wüsten verwandeln.

Mit dem Mittelmeergebiete verglichen, erstreckt sich die Regenlosigkeit des Steppensommers, welche die Entwickelungszeit der meisten Pflanzen auf den Frühling einschränkt, weiter nach Norden als dort, und dadurch wird der räumliche Umfang gleichartiger Lebensbedingungen bedeutend erweitert. Wenn die Polarströmungen, die den heiteren Himmel hervorrufen, am Mittelmeer nicht über den 45. Breitengrad hinaus den Sommer hindurch ununterbrochen wehen, reicht ihre Wirkung in den Steppen des europäischen Russlands acht Grade weiter nordwärts. Der Uebergang ist schroff, die ausgedehntere Zone des Sommerpassats beginnt am östlichen Fusse der Karpaten, hält sich in gleichem Umfange über den Ural hinaus bis zum Altai und erreicht von hier aus bis zum Amurgebiete doch immer noch den 50. Breitengrad.

Da die asiatischen Steppen in einem Theile des Gebiets in wirkliche Wüsten übergehen, die der Sahara in der Beschränkung des Pflanzenlebens gleichstehen, so pflegt man dieses Verhältniss so darzustellen, als ob dieselben Ursachen, welche das afrikanische Festland klimatisch gliedern, in Asien gleichfalls wirksam wären und hier nach der geographischen Stellung des Kontinents in höhere Breiten hinaufrückten. Allein die Bedingungen des Tropenklimas müssen von denen der gemässigten Zone genauer unterschieden

werden, um die Anordnung der Vegetation in beiden Kontinenten richtig aufzufassen. In der Sahara weht der Passatwind, der dem Boden die Feuchtigkeit entzieht, das ganze Jahr ununterbrochen, in den Steppen wechselt diese Luftströmung auch da, wo die Landschaft ebenso öde und wüst ist, im Winter oder Frühling mit dem Antipassat, der seiner entgegengesetzten Richtung gemäss atmosphärische Niederschläge veranlasst, die nur, wenn örtliche Einwirkungen im Wege stehen, der Vegetation verloren gehen.

Es ist, um die Wüstenzone der alten Welt würdigen zu können, erforderlich, auf den Ursprung der Passate und Monsune zurückzugehen. Wenn die Sonne durch den Zenith gegangen ist, entwickelt sich ein aufsteigender Luftstrom, und hieraus entspringt ein System atmosphärischer Bewegungen, welche höhere und niedere Breiten in Verbindung setzen und die Unterschiede ihrer Erwärmung mässigen. In den heissesten Erdgürtel, wo der Luftdruck am geringsten ist, strömen die Passate beider Hemisphären von der Seite aus ein und diese Bewegung wird in den oberen Schichten der Atmospäre durch den rückkehrenden Antipassat ausgeglichen. Ueber dem atlantischen und stillen Meere ist zwischen den Passaten die Zone der Windstillen oder Kalmen eingeschaltet, welche der Aspiration des aufsteigenden Luftstroms entspricht. Wenn man auch im Inneren der Kontinente von einer solchen Kalmenzone redet, so ist zu erinnern, dass die beiden Passate in Afrika und Amerika und ebenso die Monsune in Asien sich unmittelbar zu berühren und zu verdrängen pflegen, dass also der aufsteigende Luftstrom sich zu einer Linie höchster Erwärmung und niedrigsten Luftdrucks zusammenzieht. Dieser bald schmale, bald sich erweiternde Aspirationsgürtel giebt durch seine Lage einen richtigeren Maassstab für die Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre der Tropen als die Messungen der Temperatur, die sich nur auf die untersten Luftschichten beziehen. Diese sind von der Wärmeleitung aus dem Boden abhängig und geben keinen Aufschluss über das Verhältniss der Insolation zur nächtlichen Strahlung, welches auf den Luftdruck und die Temperatur in den oberen Räumen der Atmosphäre ebenfalls seinen Einfluss äussert. Vom Mai bis zum September [4]) liegen die heissesten Gegenden des östlichen Afrikas und Arabiens zu beiden Seiten des rothen Meers und reichen bis zur Landenge von Suez (30° N. B.), die Aspiration, welche den nördlichen Passatwind veranlasst, aber überschreitet daselbst zu keiner Jahrszeit den Wendekreis. Die stärkere Erhitzung, welche an der

Erdoberfläche bemerkt wird, stört die allgemeine Bewegung der Atmosphäre nach Süden nicht, die dauernde Regenlosigkeit der Sahara ist die Folge dieser Erscheinung. Die Mittelwärmen des ganzen Jahrs geben von der Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre des tropischen Afrikas eine richtigere Vorstellung als die Variationen der Temperatur nach der Jahres- und Tageszeit.

Die tropischen Regenzeiten reichen im Tieflande stets bis zu der Linie, bis zu welcher der Aspirationsgürtel, der Solstitialbewegung folgend, vom Aequator ausweicht. Auf dem Meere begleiten sie die Zone der Kalmen, auf dem Festlande treten sie ein, so lange die Luftströmungen dem eigentlichen Passatwinde entgegenwehen, der sich in der Richtung vom Pol zum Aequator bewegt. Dieser Passat erfährt durch die gegen den Aequator wachsende Rotationsgeschwindigkeit jene Ablenkung, welche den Nordwind in Nordost, den Südwind in Südost verwandelt. Aus derselben Ursache wird ein Passat, der über den Aequator hinüberweht, weil der Aspirationsgürtel zu anderen Breiten ausweicht, aus dem Südost zu einem Südwestwinde, aus dem Nordostwinde zum Nordwest. Dies sind die Richtungen der Sommermonsune, die als Erweiterungen des Passats aus der entgegengesetzten Hemisphäre betrachtet werden. Die Regenzeiten des tropischen Afrikas werden daher diesseits des Aequators von Südwest-, jenseits von Nordwestwinden begleitet.

Da das Festland stärker von der Sonne erwärmt wird als das Meer, und da diese Erwärmung in kürzerer Zeit eintritt, also die Insolation durch senkrechte Strahlen nicht so lange zu wirken braucht, um den aufsteigenden Luftstrom zu verschieben, so rückt der Aspirationsgürtel über den Kontinenten in höhere Breiten, aber zugleich richtet sich dessen Wanderung nach der Grösse des Raums, den der feste Boden in der Richtung der herrschenden Luftströmungen einnimmt. Die bedeutendsten klimatischen Eigenthümlichkeiten der drei grossen Kontinente beruhen auf dieser höheren Erwärmung des Festlands. In Amerika, wo das Meer einen grossen Theil der nördlichen Tropenzone einnimmt, entfernt sich der Aspirationsgürtel nicht so weit vom Aequator nach Norden wie in der alten Welt. In Afrika, dem Erdtheil, der zu beiden Seiten des Aequators sich mächtig ausdehnt, erreicht die Wanderung des aufsteigenden Luftstroms in beiden Tropenzonen durchschnittlich den 20. Parallelkreis. In Asien, wo die grösste kontinentale Entwickelung in die gemässigte Zone fällt und das Festland unter den Tropen den Aequator nicht erreicht, ist

die Ausweichung des Aspirationsgürtels nach Norden die weiteste und dringt über den Wendekreis in höhere Breiten.

Die Polargrenzen dauernder Passatwinde stehen unter denselben Bedingungen. Auf dem atlantischen Meere erreicht man, von Europa kommend, im Sommer den Nordostpassat gewöhnlich in der Nähe des 35. Parallelkreises [5]) und sieht ihn zu dieser Zeit beim Eintritt in die Kalmen zwischen 10° und 15° N. B. wieder verschwinden. In den afrikanischen Kontinent eintretend, hebt sich alsdann der Aspirationsgürtel an der Küste Senegambiens sofort bis zum 20. Breitengrade, und demgemäss machte sich auch der Sommerpassat des Mittelmeergebiets im Rhonethal noch unter dem 45. Parallelkreise fühlbar. Der grösste Theil Südeuropas und das westliche Asien liegen Afrika nordöstlich, in der Richtung des Passats, gegenüber, und die aspirirende Wirkung dieses Kontinents wird durch die hohe Bodenwärme der Sahara noch verstärkt. Aber die Ungleichheiten der Polhöhe, bis zu denen der regenlose Sommerpassat in verschiedenen Meridianen reicht, und die, wenn man Italien mit dem südlichen Russland vergleicht, mehr als zehn Breitengrade betragen können, bedürfen eines weiteren Aufschlusses.

Die Polargrenze der Passate liegt da, wo der Antipassat, durch die mit abnehmender Breite wachsende Verdichtung wie auf einer schiefen Ebene herabsinkend, die Oberfläche der Erde erreicht. Bis hieher gleiten die beiden entgegengesetzten Luftströmungen, welche die tropische Wärme mit der Kälte höherer Breiten ausgleichen, so über dem Erdboden hin, dass der Passat den unteren, der Antipassat den oberen Raum der Atmosphäre einnimmt. Dann aber beginnt in den höheren Breiten ihr Kampf, ihre Bahnen liegen nun bis zum Pol neben einander, und, indem sie sich gegenseitig verdrängen, ist die Häufigkeit ihres Wechsels die Ursache, dass die Niederschläge sich über das ganze Jahr gleichmässiger vertheilen. Man muss annehmen, dass der Passatwind der Tropen um so höher in die Atmosphäre hinaufreicht, je mehr er sich dem Aspirationsgürtel nähert. Der Pik von Teneriffa (28° N. B.) ist hoch genug (11440 Fuss), um in den Antipassat hinaufzuragen. Die Apenninen und andere südeuropäische Gebirge sind, weil sie in einer Breite liegen, wo die Höhe des Sommerpassats bereits sehr gemindert ist, ungeachtet ihrer weit geringeren Erhebung geeignet, diese Luftströmung nordwärts abzuschliessen. Auf die russischen Steppen hingegen kann die Aspiration Afrikas bis zu einer viel höheren Breite wirken. Hier weht der

Sommerpassat über das ägäische und schwarze Meer; ausser in Anatolien hemmt ihn keine Gebirgsschranke, die den Antipassat auffangen und die Mischung beider Luftströmungen einleiten könnte. So rückt mit dem Passatwinde der regenlose Sommer an der Wolga (53° N. B.) bis zu der höchsten Breite, ebenso weit nach Norden wie irgendwo in Asien. Dass aber weder der anatolische Taurus noch der Kaukasus eine hemmende Wirkung auf die Ausdehnung des Raums äussere, der vom Sommerpassat beherrscht wird, scheint darin seinen Grund zu haben, dass über den Hochflächen Vorderasiens die Bahnen der beiden Luftströmungen in grösserer Höhe sich bewegen als über dem mittelländischen Meer, weshalb auch in den unteren Schichten der Atmosphäre der Nordostwind oft gar nicht bemerkt wird.

Der Einfluss Afrikas und Arabiens auf die Ausdehnung des Sommerpassats zu höheren Breiten reicht der geographischen Lage gemäss ostwärts bis zu den Gebirgen, die das chinesische Centralasien von Buchara und der Kirgisensteppe trennen. Persien und Afghanistan liegen Arabien und Sudan noch nordöstlich gegenüber, aber jenseits des persischen Meerbusens beginnt das Gebiet der indischen Monsune, die den grössten Theil des östlichen Asiens beherrschen. Wenn nur die eine der beiden Tropenzonen dem Festlande sich öffnet, die andere dem Ocean angehört, erweitert sich der Raum, über welchen nach den Jahrszeiten der Aspirationsgürtel sich bewegt, bis zu höheren Breiten, weil der Kontinent im Sommer stärker erhitzt, im Winter bedeutender abgekühlt wird als das Meer. Der halbjährige Wechsel von Nordost- und Südwestwinden ist die Folge dieses Verhältnisses in Asien. Die Monsune dieses Kontinents beruhen eigentlich nur auf der gesteigerten Ausweichung des aufsteigenden Luftstroms, der über allen drei Kontinenten und hier auch über dem indischen Ocean zu beiden Seiten des Aequators sich dem Stande der Sonne gemäss verschiebt, aber in Afrika weniger weit nach Norden wandert als in Asien. Der Uebergang ist, wie die Konfiguration der Küsten es fordert, ein plötzlicher. Während Arabien den tropischen Sommerregen nur an seinen südlichen Küsten (bis 15° N. B.) empfängt, reichen dieselben im Punjab bis zum Himalaja (32°). Ueber die Breiten, welche Afrikas wüste Passatzone einnimmt, ist in Indien die Quelle tropischer Fruchtbarkeit ausgeschüttet. Während dort zwischen dem Sommerregen Sudans und dem Winterregen des Mittelmeers die breite Sahara eingeschaltet ist, bleibt am Ganges

kein Raum für regenlose Landschaften übrig. Die tropische Regenzeit Indiens reicht ebenso weit nach Nordwesten, wie der Winterregen Afghanistans nach Südosten. Der indische Kamm des Himalaja ist die Südgrenze nicht eines ununterbrochen wehenden, sondern nur eines Sommerpassats, der sich in nordöstlicher Richtung über ganz Hochasien bis zur Gobisteppe wenigstens in einzelnen Andeutungen bereits nachweisen lässt, aber in den unteren Luftschichten nicht immer bemerklich ist. Hochgelegene Steppen, die im Winter oder Frühling befeuchtet werden, sind bis zu den Grenzen Sibiriens und des chinesischen Tieflandes innerhalb der vielfach verzweigten Gebirgsketten über Centralasien ausgebreitet. Ein neues Vegetationsgebiet beginnt erst da, wo die Erhebung des Himalaja aufhört und die Tiefländer Hinterindiens und Chinas durch die plastische Bildung ihrer Oberfläche weniger geschieden sind. Hier erst erreicht die Ausweichung des Aspirationsgürtels die höchste Breite (45°), und der Wechsel der Monsune kommt daher der gemässigten Zone in weit grösserem Umfange als anderswo zu Statten. Aber die Aspiration scheint in China durch die nordwestlich vorliegende Gobisteppe so abgelenkt zu werden, dass in dem jenseitigen Amurgebiete kein Sommerpassat zu Stande kommt.

Die klimatische Einförmigkeit des Steppengebiets, dessen Pflanzenformen auf so weiten Räumen denselben Charakter bewahren, lässt doch eine höchst mannigfaltige Gliederung einzelner Abschnitte zu, die als engere Florenbezirke nun zu betrachten sind. Diese Absonderungen, die am Mittelmeer durch trennende Küstenlinien bewirkt wurden, sind hier eine Folge des wechselnden Niveaus und in noch höherem Grade der Gebirgsketten, die aus der Steppe sich erheben, oder auch der Wüsten, die ihren Zusammenhang unterbrechen, indem durch solche mechanisch wirkende Einflüsse die Vermischung der Vegetationscentren gehindert wird.

Unter den Tiefländern ist das kaspische Depressionsgebiet das geräumigste. So gross auch die Gegensätze des Vegetationscharakters sind, wodurch die südrussischen Grassteppen sich von dem salzhaltigen Lehmboden und von den Wüsten der Gegenden am Aralsee unterscheiden, und so schroff diese eigenthümlichen Landschaftsbilder an ihren Grenzen sich berühren, um sodann auf weiten Räumen gleichartig zu bleiben, so sind doch keine klimatischen Ursachen nachgewiesen, aus denen sich diese Erscheinungen erklären liessen. Zwar nimmt, je weiter man vom schwarzen Meere nach Osten ge-

langt, die Winterkälte erheblich zu [6]), aber die Vegetation wird in dieser Jahrszeit durch die Schneebedeckung geschützt. Wie bedeutend diese auch in der Kirgisensteppe wirken muss, um die Temperatur im Boden zu mässigen, davon hat Borsczow einen Beweis geliefert [7]), indem er in der Gegend des Ilek (50° N. B.) ein firnähnliches Schneelager antraf, welches, von aufgewehtem Sande bedeckt und durch die Verdunstungskälte zugleich vor dem Aufthauen bewahrt, sich ungeachtet der hohen Sommerwärme dieser Gegenden eine Reihe von Jahren erhalten hatte. Mannigfaltige Stauden, die den Grasrasen in den russischen Steppen begleiten, finden sich in gleicher Fülle und zum Theil in denselben Arten [8]) auch im fernen Osten der Songarei am Fusse des Altai, und, wenn sie in den öden Umgebungen des Aralsees zurücktreten [9]), so dürfte dies in der Beschaffenheit des Bodens und nicht im Klima seinen Grund haben. Wir werden sehen, dass nicht bloss die Erdschichten an der Oberfläche den Charakter der Flora bestimmen, sondern auch der Bau des Untergrundes in der Tiefe. Borsczow meinte, dass in den Wüsteneien der Kirgisensteppe der atmospärische Niederschlag geringer sei als diesseits des Uralflusses, aber derselbe beträgt auch in den besten Gegenden Südrusslands, zwischen dem Dnjepr und dem asowschen Meere nur wenige Zoll [10]), und auch hier ist der Sommer ohne Thau. Ich betrachte daher die verschiedenen Bekleidungen der Steppen und Wüsten im grossen Tieflande als Formationen, die wegen der Ausdehnung gleichartiger Bodenverhältnisse über weite Landstrecken in schärferem geographischem Umriss angeordnet sind, und fasse den ganzen Raum von der Waldgrenze bis zu den Erhebungen des Kaukasus und der persischen Gebirge als kaspisches Depressionsgebiet zusammen. Auch die östliche Kirgisensteppe, die der grossen Horde, ist ein Weideland, welches den Heerden reichliches Futter gewährt [11]). Das Flachland reicht im Osten bis zum Thianschan; zwischen diesem Gebirge und dem Altai bleibt die Flora auch jenseits der russischen Grenzen sich gleich [12]) und behält wahrscheinlich bis zur Mongolei einen übereinstimmenden Charakter. Die tiefste Einsenkung der Fläche wird durch das kaspische Meer ausgefüllt, und wo diese Depression, nach den Seiten und nach Norden unmerklich sich hebend, das Niveau des Oceans erreicht, ist noch nicht vollständig bekannt. Schon der Aral liegt einige Fuss über dem Spiegel des Meers [24 Fuss] [13]) und der Alakul-See am Fusse des Alatau wird bereits auf 1130 Fuss geschätzt [14]). Der Ustjurt ist

ein abgesondertes Plateau von 600 Fuss Höhe zwischen dem kaspischen Meere und dem Aral; in derselben Richtung verlieren sich auch die südlichen Erhebungen des Ural in der Steppe. Allein als Ganzes aufgefasst, ist das kaspische Depressionsgebiet eine grosse Mulde, deren Niveau erst auf weite Entfernungen hin einem gewissen Wechsel unterworfen ist. Vielfach wurde die Meinung ausgesprochen und scheint gegenwärtig in Russland ziemlich verbreitet zu sein, dass Verdunstung und Niederschlag daselbst nicht im Gleichgewichte ständen und das Sinken des Wasserspiegels der Seen und Binnenmeere ununterbrochen fortschreite. Borsczow hat im Einzelnen ausgeführt, was sich für diese Ansicht sagen lässt. Wäre sie begründet, so erhielte dadurch seine Vermuthung, dass das Klima in den tiefer gelegenen und wüsten Landschaften dieser Mulde, die sich von den Umgebungen des Aral bis zum östlichen Gestade des kaspischen Meers und zur unteren Wolga erstrecken, trockener sei als in den jenseitigen Weideländern, eine bedeutende Stütze. Denn je geringer die Niederschläge sind, desto leichter ist ein Ueberwiegen der Verdunstung denkbar. Allein die Gründe, welche Baer [15]) solchen Ansichten entgegenstellt, scheinen mir unwiderlegt zu sein. Die Austrocknung der Steppen, die aus dem Vorkommen der Ueberreste lebender Muscheln und aus der allgemeinen Verbreitung der Natriumsalze unzweifelhaft hervorgeht, verlegt dieser Naturforscher in eine frühere geologische oder doch vorhistorische Periode und erklärt sie für längst abgeschlossen. Hiebei stützt er sich auf die Angaben Herodot's, nach denen das kaspische Meer vor mehr als 2000 Jahren denselben Umfang hatte wie jetzt, und er weist zugleich nach, dass die russischen Steppen durch ihr fliessendes Wasser längst ausgesüsst sind, was auf einen langen Zeitraum schliessen lässt, seit welchem die Auslaugung begann, da ein frisch entblösster Meeresboden die Flüsse, die ihn durchströmen, nothwendig salzen muss. Das süsse Wasser der Wolga und der übrigen russischen Ströme beweist, dass das Salz in der Steppe nur da zurückgeblieben ist, wo es nach der Beschaffenheit des Bodens dem fliessenden Wasser unzugänglich war.

Die Wüsten am Aralsee können ebenfalls nicht als ein Beweis betrachtet werden, dass die Niederschläge daselbst seltener seien als in der Steppe. Aber um dies deutlich zu machen, muss der Begriff der Wüste näher festgestellt werden. Es ist gerathen, hiebei nur dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zu folgen, da die mannigfachen Versuche, dem Worte eine wissenschaftliche und dadurch

engere Bedeutung beizulegen, nur zu Missverständnissen führen können. Denn etwas physikalisch Gemeinsames liegt den Wüsten der Polarländer und denen der Kontinente Asiens und Afrikas überhaupt nicht zu Grunde, sondern es wird durch diese Bezeichnung nur die Unbewohnbarkeit von Landstrecken ausgedrückt, wo auch die Thiere keine genügende Nahrung finden. Die Steppen sind von Nomaden bewohnt, die Viehzucht treiben, die Bevölkerung der Wüsten ist auf Oasen eingeschränkt die abgelegen ihre Oede unterbrechen. Gewöhnlich ist Wassermangel die nächste Ursache der Unbewohnbarkeit und des geringen Pflanzenwuchses, aber auf die Polarwüsten mit ihrem die Oberfläche durchfeuchtenden Eiswasser passt auch diese Beschränkung des Begriffs nicht, und ebenso wenig auf die Salz führenden Moräste, die mit dem Flugsande am Aral abwechseln, und deren Wasser nicht trinkbar ist. Wüsten ohne regelmässig eintretende atmosphärische Niederschläge, wie die afrikanische Sahara, wo es oft eine Reihe von Jahren hindurch nicht regnet, kenne ich wohl in Arabien, im Innern von Asien dagegen nicht. Dennoch kann aber auch in Asien der Wassermangel ebenso gross sein, wenn es nicht möglich ist, das Grundwasser im Boden zu erreichen. Allein dies hängt von der Beschaffenheit des Erdreichs, nicht von dem jährlichen Regen- oder Schneefall ab. Ist die Oberfläche thonhaltig oder liegen die Thonschichten, die den Abfluss des Wassers nach abwärts verhindern, in nicht zu grosser Tiefe, so bleibt der Boden, nachdem der Schnee geschmolzen, feucht genug, um eine üppige Vegetation von Gräsern und Stauden zu erzeugen, und diese wiederum, indem sie Humus zurücklässt, trägt auch hiedurch dazu bei, die Feuchtigkeit zurückzuhalten. Wo aber mächtige Sandmassen und Gerölle oder Felsen, die das Wasser durchlassen, abgelagert sind, da versiegen die Zuflüsse, welche den Wurzeln der Pflanzen erreichbar sind. Dann wird die Steppe zur Wüste, die Karavanen finden nicht mehr wie dort einen Brunnen, ihr Vieh zu tränken und suchen über die unwirthbare Fläche eilends hinüber zu kommen. Das sind die Landschaften, wo selbst die fliessenden Gewässer sich in der Tiefe des lockeren Bodens verlieren. Die Circulation des Wassers ist auch in der Wüste nicht gehemmt, mag der Schnee des Winters, wie in der gemässigten Zone Asiens, auf sie herabfallen, oder der Boden nur durch die seltenen Gewittergüsse der Sahara benetzt werden. Denn zu so grosser Tiefe das Grundwasser, welches durch diese atmosphärischen Zuflüsse gespeist wird,

auch hinabsinken mag, der Boden des Meers ist doch noch viel tiefer, auf den es, über undurchdringliche Schichten hinabgleitend, doch zuletzt in verborgenen Quellen sich ergiessen kann, um in den Kreislauf zwischen Ocean, Atmosphäre und Festland endlich zurückzukehren. Wenn der Schnee der Steppen und Wüsten schmilzt, sinkt die Feuchtigkeit im Frühling mit ungleicher Geschwindigkeit zu den unterirdischen Behältern: die Wüste ist daher reicher an Holzgewächsen als die Steppe, weil deren Wurzeln tiefer in den Boden eindringen. Da sie aber zerstreut wachsen und wenig Blätter, wenig periodische Organe besitzen, so bilden sie zu wenig Humus, um den Abfluss zu verlangsamen, und bald steht ihnen nur noch die Feuchtigkeit zu Gebote, welche sie im Anfange ihrer Entwickelungsperiode in ihr Gewebe aufgesogen hatten. So ist die Vertheilung der Pflanzenformen des Depressionsgebiets durch die wechselnde Mischung der Erdkrumen erklärlich, auch wenn die Oberfläche darüber keinen Aufschluss giebt. Diese kann in den Steppen ebenso wohl aus Sand wie aus Lehm oder Thon gebildet sein und mehr oder weniger Humus erzeugen; in den Wüsten besteht sie aus durchlassenden Erdschichten. Da in einer früheren geologischen Periode das ganze Depressionsgebiet ein grosses Meer war, so ist es nicht auffallend, dass der tiefste Raum desselben, der die Mitte bildet, vorzugsweise von sandigen Erdkrumen bedeckt wurde, die nun zu den Wüsten am Aralsee geworden sind, und dass gegen die ehemaligen Küstenlinien hin der Thongehalt wächst, der die Steppenvegetation begünstigt. Denn gerade so setzen in der Gegenwart die Flüsse den feineren Detritus in den Marschen und Deltabildungen ab, wogegen der gröbere und schwerere Sand erst in weiterem Abstande von ihrer Mündung zu Boden fällt und in den tieferen Räumen des Meeresbodens gesammelt wird. Die Fruchtbarkeit des Depressionsgebiets ist von dem nördlichen Waldsaume aus gleichsam zu drei Terassen geordnet, wobei indessen bedeutende Unregelmässigkeiten leicht begreiflich sind. Am deutlichsten ist diese Abstufung in der Richtung von den südrussischen Grassteppen bis zum Aralsee. Die untere Wolga scheidet das bessere Weideland von der öderen Kirgisensteppe, und diese grenzt südwärts, unter dem 46. Parallelkreise, an die Wüste Karakum am nordöstlichen Gestade des Aral.

Dass das Klima der Steppen dem südeuropäischen näher als dem des Waldgebiets verwandt sei, erkennt man daran, dass der Uebergang im Westen minder schroff ist als im Norden. Dort ist

es die allmälig gesteigerte Dauer des Winters, welche eine ebenso allmälige Vermischung von Mediterran- und Steppenpflanzen gestattet, hier die schärfer bestimmte Grenze des Sommerpassats, wodurch die Floren geschieden werden. Die Verbindungen mit dem Mittelmeergebiet würden noch häufiger sein, wenn nicht die Randgebirge der anatolischen Halbinsel bis zum Libanon nebst dem westlichen Kaukasus den Austausch erschwerten. Eine unmittelbare Berührung aber scheint in Thracien stattzufinden, und hier ist die Nordküste der Propontis als eine Uebergangszone zu bezeichnen. Das ausgedehnte Weideland, in welchem die Kräuter vorherrschen oder kleine Dornsträucher den dürren Boden einnehmen, erinnert schon entschieden an die Steppe, aber die herrschenden Arten gehören doch noch zur Mediterranflora. Erst im Delta der Donaumündung, dessen Inseln gerade wie am kaspischen Meere und am Aral von unermesslichen Schilfdickichten bedeckt sind, und in der unteren Moldau [16]) zwischen dem Sereth und Pruth, wo hochwüchsige Stauden auf dem Humusboden wachsen und doch die trockene Jahrszeit schon vor Ende Mai eintritt, sind die Formationen der russischen Steppe rein ausgeprägt. Von hier aus lässt sich die Waldgrenze durch Russland bis zum Altai mit grosser Schärfe feststellen. Dass die Ursache dieses schroffen Wechsels eine klimatische sei und derselbe nicht, wie man gemeint hat, auf den geognostischen Formationen beruhe, geht aus der Verbreitung des sogenannten Tschernosem, einer äusserst fruchtbaren, schwarzen Humuserde hervor, welche die Uferlandschaften des Diluvialmeers bezeichnet, von dem die Steppen Russlands ehemals bedeckt waren. Dieser Humus, die Quelle des reichen Bodenwerths der Ukraine, wo Roggen gebaut wird, ohne jemals der Düngung zu bedürfen, reicht zuweilen zehn bis fünfzehn Fuss tief [17]) und kann daher nicht von der heutigen Vegetation herrühren, sondern ist als eine Gabe vorweltlicher Pflanzen an die Bewohner Russlands anzusehen. Der Tschernosem ist dem Baumwuchs ungemein günstig, und doch ist die Fläche des Landes in den Dnjeprgegenden bis Kiew schon waldleer, der Ackerbau hört »in der Mitte der Humuszone auf« [18]). Nur in den Sumpfniederungen und in der Tiefe der Flussthäler finden sich die Eichengehölze, gemischt mit wilden Obstbäumen, aber auch hier sind die Wälder nicht zusammenhängend. Bei Charkow beginnen sodann auf demselben Humusboden die schattigen, feuchten Laubwälder der Ukraine und, wie an anderen klimatischen Baumgrenzen, ist auch hier am Rande der Steppe ein Gürtel

von dichten, niedrigen Gesträuchen eingeschaltet. An der Wolga ist bei Simbirsk (54°) die Flora noch rein mitteleuropäisch, aber schon bei Sysran (53°) tritt dieser Strom in die Steppe ein [19]. Hier hat sich bereits im Juli das Grün ihrer Gräser in ein falbes Gelb verwandelt, zu der Zeit, wo jenseits ihres Nordrandes die Vegetation in voller Frische steht und eben ihren Höhenpunkt erreicht hat. An der Grenze beider Floren genügt ein geringfügiger Schutz gegen die Sommerdürre, um Baumformen hervorzurufen, eine leise Böschung, wodurch die Richtung des Windes geändert wird, eine Senkung des Bodens, die ihn länger feucht erhält. Auch hier strecken sich daher bald Waldzungen in die Steppe vor, bald dringt die Steppe in den Wald ein. In den Schluchten des Hügellandes, welches an der Wolga den Steppenrand bezeichnet, erscheinen die Bäume nicht völlig ausgewachsen, sondern bilden nur ein kümmerliches Gestrüpp, welches mit kleinen Sträuchern abwechselt, ausgenommen am Flussufer, wo aber auch das Weidengebüsch ihnen oft den Raum streitig macht. Aus allen diesen Beobachtungen ergiebt sich also, dass nicht der Boden, sondern das Klima den Steppen ein Ziel setzt, und hiedurch wird die vielbesprochene Frage über die Möglichkeit, sie zu bewalden, entscheidend erledigt. Denn wie weit der Sommerpassat weht, hängt von der ganzen Konfiguration des Kontinents und von der Lage Afrikas ab, und die durch Bewässerung künstlich gepflegten Wälder genügen nicht, Niederschläge zu bewirken, welche durch die allgemeinen Luftströmungen ausgeschlossen sind. Von einer Bewaldung der Steppen, die nur unter örtlichen Vortheilen des Terrains, durch Bewässerung eingeleitet, gelingen, aber niemals in weitem Umfange sich ausbreiten kann, versprach man sich daher irrthümlich eine erhebliche Steigerung der Hülfsquellen Russlands. Hier kann nicht, wie in den Haiden der baltischen Ebene, die Entwickelung des Ackerbaus der Erweiterung der Wälder nachfolgen. Dort ist die Aufgabe, den Boden durch den Laubabfall zu verbessern, hier ist die Erdkrume im Bereiche des Tschernosem, der einen grossen Theil der Grassteppe erfüllt, für den Ackerbau die vortrefflichste, und den Cerealien fehlt es nur zur geeigneten Zeit an hinreichenden atmosphärischen Niederschlägen, um sicher zur Reife zu gelangen.

Die reichliche Bewässerung, welche den südrussischen Steppen durch die Einschnitte grosser Flüsse zu Theil wird, die von dem Waldgebiet aus dieselben durchströmen, ist die Grundlage ihres Ackerbaus. Je mehr ihre Gewässer auf dem ganzen Raume von der

Donau bis zur Wolga zusammengedrängt sind, desto häufiger erscheinen die Linien von Kulturlandschaften, deren sesshafte Bevölkerung den Nomaden der Steppe gegenübersteht. Ostwärts von der Wolga fehlen diese belebteren Ansiedelungen bis zu den Grenzen Turkestans fast ganz, weil das Wasser sich zu grossen Strömen nicht vereinigt oder nach Norden abfliesst. Die russischen Flüsse, die nach Süden in die Steppe treten, haben stets ein höheres westliches Ufer und an der gegenüberliegenden Seite eine tiefe Alluvialfläche, ein Verhältniss, welches nach dem Baer'schen Gesetz auf der Rotation der Erde beruht, die das Wasser an das rechts gelegene Gelände drängt. Der Ausbreitung des Ackerbaus ist es wenigstens auf der einen Seite des Thalgrunds vortheilhaft, aber doch stehen die Ströme Russlands denen Turkestans in doppelter Beziehung nach, sowohl in dem Umfange des zur Bewässerung geeigneten Raums als in der Beschaffenheit des Wassers. Flüsse, die, wie der Oxus in Chiwa und der Särafschan in Buchara, in hochalpinen Gebirgsketten entspringen, haben, wenn sie in die Mulde des Depressionsgebiets eintreten, den Vorzug des stärkeren Gefälles und reicherer, aus den Quellen krystallinischer Gesteine stammender Mineralbestandtheile, die den Werth des zur Irrigation verwendeten Wassers für die Ernährung der Kulturpflanzen erhöhen. Die wagerechte Oberfläche des Bodens gestattet eine Kanalisation, soweit die Wasservorräthe des Flusses dazu ausreichen. In Buchara werden sie so vollständig dazu verbraucht, dass der Särafschan, gleichsam bis zum letzten Tropfen ausgeschöpft, den nahen Oxus nicht erreicht. Unter solchen Verhältnissen wiederholen sich in den Chanaten von Turkestan die Verhältnisse Aegyptens, und die Ergiebigkeit der Ernten ist ungeachtet der strengen Winterkälte fast ebenso gross. Wenn die jährlich zum Anbau verwendbare Zeit nicht so lange dauert, so liegen die Quellen der Fruchtbarkeit im Hindukusch und in den Gebirgen von Samarkand dem Kulturboden ungleich näher als die abessinischen Hochlande dem Nilthale Aegyptens. Das Flusswasser hat, wo es die Steppen berührt, noch nichts von seinen befruchtenden Schlammtheilen eingebüsst, und die rasch gesteigerte Wärme des Kontinentalklimas erhöht die Energie des Wachsthums.

Der Ackerbau und die allgemein verbreitete Kultur von Obstbäumen wird in Buchara (40° N. B.) durch periodische Ueberstauungen der Felder und Gärten unterhalten, die sämmtlich von Lehmmauern eingefasst sind, und in die man von Zeit zu Zeit das Fluss-

wasser leitet, um es seinen Detritus absetzen zu lassen [20]). So werden die Feigenbäume den ganzen Sommer hindurch einmal wöchentlich unter Wasser gesetzt, im Winter müssen sie niedergebogen und gegen die Kälte durch Bedeckung geschützt werden. Fast alle Früchte des wärmeren Europas reifen hier, die Aprikosen und Pfirsiche gehören zu den bedeutendsten und trefflichsten Erzeugnissen des Landes. Auch findet Seidenzucht statt, und die Rebe wird, nur zweimal im Jahre bewässert, auf dem ebenen Felde gezogen. Man sieht also, wie bei dem europäischen Weinbau, auch hier, in welchem Maasse die Zuckerbildung in den Früchten durch die hohe Sommerwärme befördert wird. Aber noch lehrreicher ist der Ackerbau von Buchara dadurch, dass er zeigt, wie sehr die Vegetation der Kulturpflanzen durch das kontinentale Klima beschleunigt und das Wachsthum der Stengelglieder erhöht wird. Der Weizen, das Hauptgetraide, wird schon im Juni geerntet, nachdem er, im September gesäet, den Winter überdauert hatte, und er trägt zuweilen das vierzigste Korn, worauf als zweite Frucht die Mungobohne folgt (*Phaseolus Mungo*), deren Ernte noch in demselben Herbste stattfindet. Selbst der Reis, dessen Entwickelungsperiode in anderen Gegenden so viel Zeit erfordert, ist von diesem kontinentalen Klima nicht ausgeschlossen. Die Luzerne (*Medicago sativa*) ist das allgemeine Futtergewächs und kann, in Folge wöchentlich wiederholter Bewässerung, fünf- bis sechsmal im Jahre geschnitten werden, wobei diese Pflanze doch zu ungewöhnlicher Höhe (5—6 Fuss hoch) aufschiesst, wie auch die Hirse (*Sorghum*) sechs bis neun Fuss hoch wird und schon nach drei Monaten reif ist. Unmittelbar an die Felder und Baumgärten grenzt, wie die Sahara an ihre Oasen, die salzige Lehmsteppe, die noch öder ist als die Wüste Kisilkum am Aralsee. In dieser kommen doch dürre Sträucher und Halophyten vor, während auf dem Lehmboden von Buchara die Fläche oft von aller Vegetation entblösst ist. Die Bewässerung hat nicht bloss die Erde auszusüssen, sondern auch die Temperatur zu mässigen. Denn die Luftwärme steigt während des Sommers im Schattten bis 35°, und in der Sandwüste am Oxus wurde der Boden sogar bis zu 50° erhitzt gefunden [21]). Der Ackerbau an diesem Strome, in der Kulturebene von Chiwa (42° N. B.), ist dem von Buchara ganz ähnlich, aber reichhaltiger sind die Nachrichten über das Klima und die Entwickelungsperiode der Kulturpflanzen, welche man der Reise Basiner's nach diesem westlicher gelegenen Chanate verdankt. Der Eisgang beginnt im Oxus in der ersten Hälfte

des Februar, aber die Nachtfröste dauern bisweilen bis in den April. Ende März wagt man die Reben, die Feigen- und Granatbäume, die im Winter umwickelt werden, zu entblössen. Um diese Zeit belauben sich auch die Bäume. Schon im April wird die Hitze sehr gross und steigert sich ununterbrochen bis gegen Ende Juli zum Unerträglichen. Im Juni oder spätestens zu Anfang Juli reift der Weizen: gleichzeitig die Pflaumen und Aprikosen, die essbaren Cucurbitaceen und die frühen Weintrauben. Mit dem August nimmt die Wärme allmälig ab: schon im September stellen sich zuweilen Nachtfröste ein, durch welche die Ernte der Hirse, des Reises und der späten Trauben vereitelt werden kann. Die Entlaubung der Bäume dauert von der zweiten Hälfte des Oktober bis Anfang December. Der December ist der kälteste Monat, in welchem der Oxus und der Aralsee zufrieren: eine Eisschicht von 16 Zoll Dicke kommt vor, obgleich die Kälte hier, durch Nebelbildungen gemildert, mässiger zu sein scheint als in den nördlicher gelegenen Steppen.

Vergleicht man die Irrigationskultur Turkestans mit dem Ackerbau Aegyptens, so sind die Vorzüge und Nachtheile eines trockenen Klimas in den höheren Breiten Asiens und in den niedrigeren der Sahara nicht zu verkennen. Dort kann das Flusswasser, welches vom schmelzenden Schnee der Hochgebirge gespeist wird, während der ganzen Dauer der warmen Jahrszeit benutzt werden, aber die Vegetation ist im Winter unterbrochen. Hier ist der hohe Nilstand von tropischen Sommerregen abhängig und von kurzer Dauer [vom Juni bis zum September] [22]), so dass die Bestellung des Ackers gerade in den wärmsten Monaten unmöglich wird. Die Ernten, die grösstentheils im Winter und Frühling stattfinden, wiederholen sich häufiger auf demselben Boden, und sie bestehen auch aus tropischen Gewächsen von längerer Entwickelungszeit, aus Zuckerrohr und Datteln, die in dem Kontinentalklima Asiens nicht mehr fortkommen, aber nicht in gleichem Maasse ist die Süssigkeit der Baumfrüchte gefördert.

Der Kaukasus und die Gebirgszüge, welche in Chorasan den Elborus mit dem Hindukusch verbinden, bilden, wie bereits bemerkt wurde, die Südgrenze des kaspischen Depressionsgebiets. Auf dem geneigten Boden, der die wagerechte Strömung der Winde ablenkt, sind auch in der warmen Jahrszeit die Bedingungen von Niederschlägen gegeben, welche die Vegetation der nördlichen Wälder im Bereiche der Steppen erneuern. Die Gebirgsketten verhalten sich

ähnlich, wie sie in Südeuropa der Mediterranflora gegenüberstanden, aber mit dem Unterschiede, dass die unteren Regionen wegen der Trockenheit der Atmosphäre gewöhnlich noch dem dürren Steppensommer unterworfen sind und der Waldgürtel erst in grösserer Höhe beginnt. Durch den orographischen Zusammenhang der Bergketten an den Grenzen des Tief- und Hochlands ist der Wanderung nordischer Gewächse die Bahn geöffnet, auf welcher gewisse Arten, selbst von Bäumen, aus dem fernen Westen bis zum Himalaja gelangt sind. Auch am Fusse des Kaukasus und des Elborus scheiden sich vom Tieflande der Steppen zwei kleinere, eigenthümliche Abschnitte aus, die den Uebergang zu den europäischen Floren vermitteln, das Flussgebiet des Kur in Transkaukasien und die Südküste des kaspischen Meers, beide durch einen abweichenden Verlauf der Jahrszeiten ausgezeichnet.

Aus den meteorologischen Beobachtungen im russischen Armenien [22]) geht hervor, dass die Luftströmungen der Steppe über den Kaukasus hinwehen und der nordöstliche Sommerpassat die jenseitigen Hochlande ungebrochen erreicht. Zwischen den armenischen Randgebirgen und dem Kaukasus sind die beiden grossen Thaleinschnitte Transkaukasiens eingeschaltet, der östliche des Kur und der westliche des Rion, von denen der letztere bereits als ein Glied der pontischen Flora berücksichtigt wurde. Die mesgische Kette, welche diese Thäler scheidet und beide Hochgebirge verbindet, ist hier die scharfe Vegetationsgrenze zwischen zwei Klimaten, von denen das östliche oder georgische abwärts bis zum kaspischen Meere dem Steppengebiete angehört. Die Wälder an dem westlichen Abhange der mesgischen Bergkette sind unvergleichlich üppiger als die georgischen; die immergrünen Holzgewächse fehlen im Osten der Wasserscheide, die Olive kommt bei Tiflis nicht mehr fort. Allein durch die nahen Hochgebirge, welche Georgien und Schirwan von Norden und von Süden umschliessen, erfährt in diesen Thälern auch das Steppenklima eigenthümliche Abänderungen. Die Jahreswärme ist am Kur geringer als am Rion, indem die Kälte gegen Osten in höherem Grade zunimmt als die Sommerwärme steigt, aber der Winter ist doch weit gelinder [23]) als in den übrigen kaspischen Steppen, und entspricht in Baku etwa dem des nördlichen Italiens. Noch viel abweichender aber vertheilen sich die atmosphärischen Niederschläge, die in Georgien den Sommer hindurch am häufigsten fallen, während gegen die Küste des kaspischen Meers die Dürre zu-

nimmt und im Sommer am grössten ist. In Georgien sind daher alle Bedingungen für die Aufnahme von Pflanzen Mitteleuropas vorhanden, und diesen Charakter zeigen auch die gemischten Laubwälder an den südlichen Ausläufern des Kaukasus [24]). Da ferner die Sommerwärme ungefähr der Siciliens gleichsteht, so fehlt es auch an Gewächsen der Mediterranflora nicht, die noch zahlreicher sein würden, wenn der Winter nicht noch länger dauerte als in der Lombardei. Gegen das kaspische Meer hin aber geht die Vegetation in die reinen Steppenformationen über, weil die Trockenheit der Luft zu gross wird und die Sommerregen aufhören. So können wir im Kurgebiete den Uebergang von drei Floren verfolgen, deren Bestandtheile es vom Kaukasus, von Kleinasien und aus den Steppen entlehnt, und da dasselbe von Gebirgen eingeschlossen wird, ist es zugleich mit endemischen Erzeugnissen ausgestattet. Die Ursachen einer so abgesonderten klimatischen Stellung sind mannigfaltig. Der Sommerpassat entladet die Feuchtigkeit, die er aus der Verdunstung des kaspischen Meers empfängt, an den Nordgehängen des Kaukasus in Daghestan: in den Steppen am unteren Kur wurde daher die Luft ungemein trocken gefunden. Die Sommerregen Georgiens sind wohl nur eine Folge von dem reicher gegliederten Relief dieses Landes und den Niederschlägen in den Gebirgen des Steppengebiets an die Seite zu stellen. Dass hingegen die Aequatorialwinde des Winters von heiterem Himmel begleitet sind, ist daraus zu erklären, dass sie von dem hohen Tafellande Armeniens herabwehen, hier ihre Feuchtigkeit verloren haben und sich in dem tiefen Thaleinschnitt erwärmen. Die Polarströmungen, die vom kaspischen Meere kommen, sind hier verhältnissmässig feuchter als diejenigen Winde, die den Einfluss des excessiven Plateauklimas erfuhren. Es herrscht der entschiedenste Gegensatz gegen den Schneefall an der Ostseite des Binnenmeers, wo die westlichen Winde des Winters dessen Feuchtigkeit mit sich führen.

Eine noch viel auffallendere Wirkung vom Wasserdampf des kaspischen Meers erfährt dessen Südküste, deren feuchtes Klima jenseits der Kurmündung den schroffen Uebergang zur Flora von Talüsch hervorruft und die eigenthümliche Stellung des persischen Litorals von Gilan und Masenderan bedingt. Hier wehen die Seewinde senkrecht gegen die steil aufsteigende Elborus-Kette und entladen die Feuchtigkeit des kaspischen Meers in mächtigen Regengüssen. Schon in Lenkoran, dem Hauptorte am Gestade von Ta-

lüsch, finden wir einen Niederschlag von 48 Zoll [25]), zu Rescht in Gilan von 54 Zoll [26]). Ueber Masenderan hinaus, an der Bucht von Asterabad, wo die Küste sich nach Norden biegt, grenzt dieses feuchte Klima ebenso unmittelbar an die dürren Steppen Turkestans. Da die Winterkälte durch die Wolkenbildungen gemässigt ist und die Sommerwärme noch höher steigt als in Transkaukasien, so sind hier noch einmal die Bedingungen einer Mediterranflora gegeben. Die Kultur der Orangen, der Baumwolle, des Zuckerrohrs wird hier betrieben; selbst die Dattelpalme, wiewohl ihre Früchte nicht mehr reifen sollen, wurde im Mittelalter eingeführt und einige Stämme haben sich bei Sara in Masenderan erhalten [27]). Die Küste ist dicht bewaldet, aber der Sommer ist doch die minder feuchte Jahrszeit, indem nicht die allgemeinen Luftströmungen, sondern die wechselnden Land- und Seewinde den Gang der Niederschläge zu bestimmen scheinen. Auch dieses Litoral hat daher eine klimatisch durchaus abgeschlossene Stellung, es verbindet gleichsam die Wärme des andalusischen Sommers mit einem irländischen Winter, und ist daher, wie der Kaukasus, geeignet, Gewächse aus den kälteren wie aus den wärmsten Gegenden Europas aufzunehmen.

Die südlichen Tafelländer reichen fast überall bis zu den äussersten Grenzen des Steppengebiets: nur die Thalfurche des Euphrat und Tigris unterbricht von Mesopotamien abwärts ihren Zusammenhang. Durch die Gebirgsketten, welche ihnen aufgesetzt sind, und durch die Verschiedenheit ihres Niveaus sind aber auch diese Hochsteppen selbst zu mehreren, selbständigen Abschnitten gegliedert. Hier sind die Vegetationscentren, die diesen Gliederungen entsprechen, viel bestimmter von einander abgesondert als im Tieflande, und doch fehlen gewisse gemeinsame Züge, wie sie im Klima gegeben sind, auch den Pflanzenformen nicht: namentlich zeigt sich dies in der Reihe der Dornsträucher, in den zahlreichen Arten von geselligen Traganth-Astragalen, die von Kleinasien bis Afghanistan auftreten und bis zum Kaukasus gefunden werden, aber dem kaspischen Depressionsgebiete fehlen.

Die durch Taurusketten gebildete Wasserscheide, welche den Halys (Kisil-Irmak) vom Euphrat trennt, kann man als die Grenze der Floren des anatolischen und des armenischen Hochlands betrachten, deren Bestandtheile höchst bedeutsam von einander abweichen. Anatolien verhält sich zu Armenien, wie ein System von tiefer gelegenen Terrassen, die [durchschnittlich 3000 Fuss hoch] [28])

gegen Westen nach dem ägäischen Meere zu stufenweise sich herabsenken. Hiedurch und durch die Flussthäler, welche aus dem Inneren nach der jonischen Küste verlaufen, geht in dieser Richtung die Vegetation der Hochebene allmäliger in die Mediterranflora über als im Süden, wo der hohe Taurus sie absondert und unmittelbar an dieses Randgebirge die Salzsteppe von Konia grenzt. Die Gebirgsflora ist in Anatolien ungleich mannigfaltiger als die der dürren Hochflächen, denen durch den Taurus die Feuchtigkeit der Südwestwinde entzogen wird. Uebrigens ist die Kenntniss von dem Klima des Inneren noch sehr ungenügend. Meteorologische Messungen liegen nur von Kaisaria vor [39° N. B.][29], wo auch im Winter Nordostwinde wehen, weil der nahe Argäus die Luftströmung aus der entgegengesetzten Richtung abhält. Das wichtigste Ergebniss aus diesen Beobachtungen besteht darin, dass das Klima bei Weitem nicht so kontinental ist als in dem übrigen Steppengebiet. Die Wasserscheide gegen den Euphrat bildet hier den Wendepunkt, der strenge und schneereiche Winter Armeniens ist nicht bloss eine Folge des höheren Niveaus, sondern auch davon, dass die Temperatur in Kleinasien durch das Meer, welches die Halbinsel von drei Seiten umgiebt, gemässigt wird. Hierin und in der viel geringeren Wasserfülle Anatoliens muss man die vorzüglichsten Ursachen von der Verschiedenheit der Floren beider Länder erblicken. Das Klima Kleinasiens steht dem spanischen weit näher als irgend einem anderen des Steppengebiets. Bei wenig niedrigerer Sommerwärme ist der Winter in Kaisaria zwar beinahe vier Grade kälter als in Madrid, aber jene Stadt liegt auch beträchtlich höher (3680 Fuss). Unter so nahe übereinstimmenden klimatischen Bedingungen würde die Verwandtschaft der spanischen und anatolischen Flora weit grösser sein, wenn nicht der Austausch durch die weite Entfernung beider Halbinseln so sehr erschwert würde. Dass wir das Hochland Spaniens als ein Glied der Mittelmeerflora betrachten, das anatolische hingegen zu dem Steppengebiet rechnen, findet eben nur in der engen Verbindung mit den Nachbarländern seine Berechtigung.

Die Ruinen der lycischen Städte und andere Alterthümer geben uns eine Vorstellung von der hohen Kulturblüthe, die einst auch auf der Hochebene Kleinasiens herrschte, wo jetzt kurdische Nomaden mit ihren Heerden umherziehen. In Ermangelung umfassender Beobachtungen über das Klima können wir schon hieraus schliessen, dass bei vernachlässigter Irrigation der Ackerbau nicht zu bestehen

vermochte, der von jeher die erste Bedingung der Städtegründung und höherer Civilisation war. Denn erst dann, wenn die Arbeiten sich theilen, die unter den Nomaden jeder Familie obliegen, wenn sie zu einer unter das ganze Volk angemessen vertheilten Organisation von verschiedenartigen Beschäftigungen werden, ist den Begabtesten Ruhe des Nachdenkens und Aufschwung politischer und religiöser Gesinnung gegönnt, jene geistige Erhebung, welche zu künstlerischen Bauten, zu der Errichtung von Denkmalen und der Gottheit geweihten Tempeln anregte, deren Ueberreste uns jetzt von dem erloschenen Streben der Bewohner dieses Landes ein Zeugniss sind. Das anatolische Hochland scheint bei dem ersten Ueberblick wenig geeignet, den Ackerbau durch das fliessende Gebirgswasser zu fördern, da es nur schwach mit Flussadern ausgestattet und selbst der grösste Strom, der Halys, im Verhältniss zu dem Umfange des Gebiets, welches er entwässert, von geringer Bedeutung ist. Man hat daher gemeint, der Entwaldung der Gebirge die Verödung des Landes zuschreiben zu müssen. Allein bei einer näheren Betrachtung des Reliefs gelangt man zu einem anderen Ergebniss, welches, wenn der Geist der heutigen Bevölkerung es erlaubte, auch hier auf eine Wiedererweckung des Orients hoffen liesse. Der Taurus, der sowohl im Osten als im Süden das Randgebirge der Hochfläche bildet, ist noch jetzt mit ausgedehnten Wäldern bedeckt, und auch den nördlichen Gebirgen am Pontus fehlen sie nicht. Im Inneren ist die Hochebene reich mit Hebungen erfüllt, die theils zu einzelnen Ketten sich absondern, theils in unregelmässig zerstreuten Bergkegeln emporragen, unter denen der höchste, der Argäus bei Kaisaria, fast 12000 Fuss misst (11824′). Entbehren diese Höhen selbst auch des Baumwuchses, so umschliessen sie doch zahlreiche Becken, deren Gewässer, ohne Abfluss nach aussen an der Binnenseite des südlichen Taurus gelegen, von diesem gespeist werden. Die westliche Abdachung der Halbinsel hat nicht sowohl ein Randgebirge als vielmehr eine Reihe hoher, zum Theil senkrecht gegen das ägäische Meer gestellter Parallelketten, zwischen denen bewässerte Thalfurchen tief in das Innere hinaufreichen. Je unbedeutender daher die einzelnen Flüsse Anatoliens sind, desto grösser ist ihre Anzahl und desto günstiger ihr Gefälle, um zu Irrigationen benutzt zu werden. Und auch jetzt fehlt es, wie die Städte im Innern, die Opiumkultur von Karahissar, die immer noch erhebliche Industrie von Angora und Konia, die Handelsthätigkeit in Kaisaria beweisen, an Kultur-

oasen in den Hochsteppen Anatoliens nicht. Selbst auf dem verödeten Hochlande der Städteruinen von Lycien wird nach Art der Sennwirthschaft ein eigenthümlicher Korn- und Weinbau betrieben, indem die Bewohner der tiefer gelegenen Küstenterrasse während des Sommers zu diesem Zwecke daselbst die sogenannten Yailah's beziehen, das heisst ihren periodischen Wohnsitz im Gebirge aufschlagen [30].

Die pontische Gebirgskette und deren hochalpine Fortsetzung [31] über den Isthmus zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere, die Einige den unteren oder südlichen Kaukasus genannt haben, bilden den Nordrand Armeniens, eines Landes, dessen Niveau in der Ebene von Erzerum (6050 Fuss) ungefähr doppelt so hoch liegt als das Innere Anatoliens. Von jenem Randgebirge gehen zugleich in südwestlicher Richtung die zahlreichen Gliederungen des Taurus, in südöstlicher die Ketten von Kurdistan aus, und beide erfüllen das Hochland in solchem Maasse, dass die Flächen zu abgesonderten Becken werden oder auch nur zu blossen Flussthälern sich verengen. Die grossen Landseen des Goktschai und des Wan in Armenien, sowie des Urmia in Aserbeidschan zeigen indessen, dass die Gebirge in gewissen Gegenden weit genug aus einander treten, um geräumige Hochebenen zu erzeugen, und diesem Verhältniss entspricht auch der Vegetationscharakter Armeniens, der als Hochsteppe bezeichnet worden ist, wo weite Strecken von Traganthsträuchern und stechenden Staticeen (*Acantholimon*) bedeckt sind [32]. Die östlichen Grenzen der armenischen Flora sind noch nicht genauer bekannt. Nach den Sammlungen der Reisenden Szovits aus Aserbeidschan und Kotschy's aus Kurdistan zu schliessen, scheinen diese Gebirgsländer nicht erheblich abzuweichen und den Uebergang zur persischen Flora zu vermitteln. Südwärts ist die Abdachung zum mesopotamischen Tieflande sanfter als im Norden zum Pontus und zum Rion und Kur, aber der Gegensatz des Klimas und der Vegetation da, wo der Tigris aus den Gebirgen tritt, doch höchst überraschend. Zu Mosul [33] herrscht im April ein heiterer Himmel, und den dürftigen Graswuchs der mesopotamischen Ebene beginnt bereits Sommerhitze zu versengen, in einer Jahrszeit, in welcher Erzerum noch in Schnee und Eis begraben liegt. So gross auch der Unterschied des Niveaus ist, so erklärt dies doch den Gegensatz des Klimas nicht genügend, da auch Armenien und Aserbeidschan sich in gewissen Richtungen beträchtlich senken und der Charakter des Landes doch derselbe bleibt.

So ist das Thal des Araxes schon zwischem dem Alages und dem Ararat tief eingeschnitten (bis 2500 Fuss) und geht allmälig in die Tiefebene des Kur über. Die durch Irrigationen unterhaltenen Baumpflanzungen der Dörfer sind am Araxes wie Oasen zerstreut [34]) und von wüster Steppe umgeben. Niemals haben sich hier grössere Städte entwickelt wie in Mesopotamien, wo sie die älteste vorderasiatische Civilisation, die assyrische und babylonische, begründeten, wo eine intensive Bodenkultur blühte und noch jetzt die Dattelpalme gezogen wird. Nicht das Niveau, nicht eine ungleiche Zugänglichkeit des Flusswassers, welches in beiden Fällen dem Ackerbau nothwendig ist, sondern die verschiedene geographische Lage ist die Ursache dieses Gegensatzes, indem das Araxesthal, noch Nordost geöffnet, die Luftströmungen des Kontinentalklimas aus den kaspischen Steppen empfängt, der Euphrat und Tigris hingegen mit den heissen Küsten des persischen Meerbusens und mit der syrischen Wüste in unmittelbarer Verbindung stehen. Die armenische Flora beweist eben aufs Neue, indem sie allmälig in die um 2000 Fuss tiefer gelegene, dürre, baumlose, von der Sonne verbrannte Hochebene von Aserbeidschan übergeht, dass der Charakter der Steppenvegetation, wie in Spanien, von dem Niveau unabhängiger ist als von der Dauer und Strenge des Winters und von der Trockenheit der Luft.

Das armenische Klima ist den benachbarten Hochländern gegenüber zwar durch die Kälte des Winters [35]) und durch die Verspätung der Vegetationszeit im Nachtheil, aber ungeachtet einer trockenen Atmosphäre doch durch weit grösseren Wasserreichthum vortheilhaft ausgezeichnet. Der Uebergang zum Sommer erfolgt rasch nach dem Aufthauen des Schnees, aber die kurze Dauer einer dem Pflanzenleben entsprechenden Wärme lässt in Armenien keinen Wald aufkommen, sondern erzeugt in den höher gelegenen Gegenden Gewächse, die in ihrer Organisation der alpinen Flora näher stehen, während durch die Regenlosigkeit der heissen Monate die klimatische Analogie mit den oberen Regionen der Alpen und des Kaukasus wiederum aufgehoben wird. Ein zusammenhängender Waldbestand gehört nur den äusseren Randgebirgen an, deren feuchter Sommer einen entschiedenen Gegensatz zwischen der Flora des inneren Armeniens und der Vegetation in den Gegenden des Alages hervorruft, durch welche ein Uebergang zu den Pflanzenformen des Kaukasus vermittelt wird. Zu den feuchtesten Landschaften gehören die Um-

gebungen des Goktschai-Sees, wo im Spätsommer die Heerden von fernher zusammenströmen und auf reichen Alpentriften weiden, während das übrige Hochland längst verdorrt ist[36]). In der That geht hier die Vegetation langsamer von Statten als im übrigen Armenien, wo die Entwickelung sich so beschleunigt, dass stellenweise das durch Irrigationen bewässerte Getraide in zwei Monaten von der Saat bis zur Ernte reift. Allein dieser klimatische Gegensatz findet eben auch nur im Sommer statt, der im inneren Armenien wolkenlos, dürr und heiss ist. Im Winter hingegen, der in der Regel vom Oktober bis zum Mai, also volle acht Monate dauert[32]), treiben stürmische Nordostwinde vermöge der offenen Lage des Araxesthals den Wasserdampf bis zu den westlichen Gebirgen von Erzerum. Die klimatische Eigenthümlichkeit des armenischen Randgebirgs beruht zugleich darauf, dass hier die östlichen Winde, die vom kaspischen Meere kommen, fast das ganze Jahr überwiegen[37]). Eigentlich äquatoriale Luftströmungen scheinen in Armenien deshalb ausgeschlossen zu sein, weil in südwestlicher Richtung die Taurusketten fortstreichen. Aber der häufigere Wechsel des Windes in der kalten Jahrszeit fördert auch in den inneren Thälern den Niederschlag, der in Gumri noch 17 Zoll beträgt.

Die Verbreitung schmelzender Schneefelder, die reichliche Spende des fliessenden Wassers und die durch den heiteren Himmel gesteigerte Sommerwärme sind die Bedingungen der Bodenkultur in diesem Hochlande und stehen dadurch mit der historischen Bedeutung und Entwickelung des armenischen Volks in engem Zusammenhang. Ein Land, welches, von Hochsteppen oder Alpenwiesen bedeckt, nach Meereshöhe und Relief nur der Sennwirthschaft zugänglich erscheint, und wo in der That nach Zerstreuung der ursprünglichen Bewohner, wie in Anatolien, Nomaden umherschweifen, ist dennoch schon frühzeitig der Gesittung eines Ackerbau treibenden Kulturvolks theilhaftig geworden, weil die Irrigationen durch zahlreiche Flüsse erleichtert und die rasche Reife der Ernten durch die kontinentale Plateauwärme gesichert ist. Unter solchen Begünstigungen reicht der Getraidebau am See Wan und am Bingöl-Dagh nahebei zu 6500 Fuss und die über 6000 Fuss hohe Ebene von Erzerum gewährt ergiebige Weizenernten, während in dem umwölkten Kessel des Goktschai schon bei 5500 Fuss nur noch die Gerste fortkommt und in manchen Jahren nicht einmal zur Reife gelangt[33]). Wo aber der Himmel im Sommer heiter ist, bedarf es nur des fliessen-

den Wassers, um selbst Kulturgewächse wärmerer Gegenden zuzulassen. Auf der Hochebene am Urmia-See werden Baumwolle, Sesam und sogar Reis gebaut, die Feige gedeiht daselbst an geschützten Orten, und Weinbau wird an den Ufern des Wan bis zum Niveau von etwa 5500 Fuss betrieben: überall aber, sagt Wagner, Unfruchtbarkeit, Verödung und Armuth, wo entweder die Schneeberge oder die durch sie gespeisten Flüsse fehlen, oder wo die Neigung des Bodens der Bewässerung hinderlich ist[37].

Die Ebenen Mesopotamiens und Babyloniens heben sich bis zum Fusse des Gebirgs, aus dem der Euphrat und Tigris in dieselben eintreten, nirgends über das Niveau von 700 Fuss. Da sie gegen Nordosten durch die Erhebungen des Zagros im persischen Kurdistan völlig geschützt sind, steigert sich hier die Wintertemperatur zu der der geographischen Breite entsprechenden Wärme[38]. Und doch ist das Klima excessiv zu nennen, indem die glühende Hitze des Sommers in Bagdad zu einer Höhe steigt (27° R.), die im tropischen Ostindien nicht übertroffen wird und ihres Gleichen erst in der Sahara, sowie an den Küsten Arabiens und des persischen Golfs findet. Es zeigt sich hier, wie die Sonne auch noch in dieser Breite (33°) wirken kann, wenn ihre Gluth nicht durch die Bewölkung einer tropischen Regenzeit gemässigt wird, wenn der Himmel im Sommer stets heiter, die Atmosphäre trocken und der Boden höchst erwärmungsfähig ist. In dieser Jahrszeit herrschen in Bagdad westliche und namentlich südwestliche Winde[39], die aus dem heissen und dürren Hochlande Arabiens und Syriens kommen und daher keinen Wasserdampf herbeiführen. In der mesopotamischen Ebene selbst ist die leichte, ausgedörrte Erdkrume mit Geröllen der unterliegenden Kalkformation gemischt[40], die durch die Sonnenstrahlen stark erhitzt werden. Im Winter geht die Richtung der herrschenden Winde nach Nordwest[39] über, und nun spendet die kältere Luft Armeniens und Kurdistans durch ihre Mischung mit der Atmosphäre der warmen Niederung einen Niederschlag, der den Frühling der Steppe mit Blüthen schmückt. Die Vegetationszeit Mesopotamiens ist demnach ebenso rasch vorübereilend als da, wo der Sommerpassat aus Nordosten weht. Nach Ainsworth's[41] Schilderung der Entwickelungsphasen zu Mosul (36° N. B.) keimen im feuchten Februar die Pflanzen, welche die einzige Zierde der Steppe bilden; März und April umfassen ihre Blüthenperiode, und schon im Mai herrscht die trockene Jahrszeit. Bis zum Ende dieses Monats war Alles bis auf die Arte-

misien und Mimoseen verdorrt und blieb in diesem Zustande bis zum folgenden Jahre. Die Bodenkultur ist daher nur an die wasserreichen Ströme gebunden, die durch den schmelzenden Schnee hoher Gebirge genährt werden, und aus welchen das Land ehemals, wie Aegypten, kanalisirt wurde. Den Hochsteppen Armeniens gegenüber, mit denen Mesopotamien die Form der Traganthsträucher gemein hat, ist der Vegetationscharakter dadurch bezeichnet, dass zu den vorherrschenden Artemisien die Mimoseen nebst einjährigen Gräsern sich gesellen, von den Kulturbäumen die Dattelpalmen und am Fusse der Gebirge auch die Oliven auftreten. Auch kommen nackte Strecken vor, wo der Boden nur von Lichenen bedeckt ist, die der Mannaflechte Arabiens und anderer Wüsten und Steppen entsprechen. Es sind die klimatischen Analogien mit drei anderen Floren, die durch die Vegetation hier in die Erscheinung treten, wiewohl keine derselben mit Mesopotamien in unmittelbare Berührung tritt. Die Kürze der natürlichen Vegetationszeit, durch die geringe Dauer der winterlichen Niederschläge bedingt, erneuert in den Artemisien das physiognomische Bild der russischen Steppen, die Frühlingsvegetation der Mediterranflora in den einjährigen Gräsern und die hohe Wärme verknüpft diese Landschaften durch ihre Mimoseen mit der arabischen Sahara. Wie aber durch Irrigationen die Entwickelungsperiode fast über das ganze Jahr ausgedehnt werden kann, zeigen neben dem Kornbau namentlich die Kulturbäume. Bemerkenswerth ist es dabei, dass der Oelbaum und die Dattelpalme sich gegenseitig ausschliessen. Die Olivenkultur reicht von Kurdistan aus am Euphrat bis Anah (34° N. B.] [42]) und ungefähr ebenso weit am Tigris, während erst jenseits dieser Breite die Datteln und zwar in bedeutendem Umfange erzeugt werden. Zwar finden sich noch einzelne Dattelpalmen zu Mosul (36°), aber ihre Früchte sollen daselbst nicht mehr reif werden. Ich bezweifele indessen, dass dieser Kulturgrenze klimatische Ursachen zu Grunde liegen, da der Oelbaum selbst von den Oasen der östlichen Sahara nicht ausgeschlossen ist und also auch das Klima von Bagdad wohl ertragen möchte, die Datteln von Valencia aber kaum unter günstigeren Bedingungen reifen als in Mosul anzunehmen sind, vorausgesetzt dass eine genügende Bewässerung ihnen daselbst zu Theil würde. Es ist vielleicht nicht das Klima, sondern nur die bessere Kenntniss der Natur beider Gewächse und ihre angemessene Pflege, wodurch ihr Kulturgebiet in diesen Gegenden bestimmt wird. Denn den Kurden ist der Olivenbau von Syrien her

bekannt, der sich daher am Fuss ihrer Gebirge entwickelt hat. Die Araber hingegen haben stets auf ihren Eroberungszügen die Dattelpalme ihrer Heimath überall anzusiedeln gesucht, wo das Klima es gestattete, in Mesopotamien wie in Spanien, und sogar, wie vorhin bemerkt wurde, noch an der Küste des kaspischen Meers.

Westlich von Mesopotamien erstreckt sich ein Hochland bis an die Küstengebirge des mittelländischen Meers. Der grösste Theil dieses Raums, von den Erhebungen des Taurus bis Arabien, wird gewöhnlich als syrische Wüste bezeichnet. Da dieselbe jedoch durchaus von arabischen Wanderstämmen bewohnt und überall, so weit die Kunde reicht, von einer winterlichen Regenperiode befruchtet wird, kann sie uns nur als eine Steppe gelten. Die Beduinen ziehen mit ihren Heerden im Frühjahr nach Norden bis zur Gegend von Aleppo und sollen im Herbste sowohl nach Osten am Euphrat hinabwandern, als auch südwärts bis Nejed gelangen [43]), bis zu den Grenzen des an die centralen Gebirge Arabiens sich lehnenden Städtegebiets, woraus man wohl schliessen darf, dass die syrische Steppe sich gleichartig bis dahin ausdehnt und unmittelbar den Nordrand der arabischen Sahara berührt. Dass Innere dieser weiten Landstrecken ist indessen geographisch noch unerforscht, und nur von dem nördlichen und westlichen Rande der Steppe weiss man, dass ihr Humusboden mit Graswuchs und aromatischen Kräutern reichlich ausgestattet ist, wiewohl keine Flüsse vorhanden sind, die den Sommer hindurch ihr Wasser bewahren. Ein Reisender, der Russland und Afrika kannte, bemerkt, dass die sogenannte Wüste von Palmyra mehr den russischen Steppen als der Sahara gleiche [44]). In gewissen Perioden der Geschichte blühte hier sogar eine höhere Kultur, wovon die zahlreichen Städteruinen auf der Hochfläche von Hauran ein Zeugniss aus dem Anfang unserer Zeitrechnung sind, und auch jetzt wird in dieser an der Ostseite des Jordan gelegenen Landschaft stellenweise Kornbau betrieben, indem zur Bewässerung Cisternen dienen, die den Niederschlag des Winters sammeln. Vielleicht hat in einem noch viel früheren Alterthum schon ein Ackerbau hier bestanden, der mächtig in die Kulturgeschichte eingriff, wenn die Vermuthung sich bestätigt, dass im Hauran einige unserer Cerealien wild wachsen. Das Niveau der syrischen Steppe ist noch unbekannt, aber da Damaskus in einer Thalfurche des Westrandes noch über 2000 Fuss hoch liegt (2250′), und da im Winter Reif und Schnee keine ungewöhnlichen Erscheinungen sind, so muss man

schliessen, dass die Erhebung der Hochfläche mindestens die von Kleinasien und Palästina erreicht. Russegger[45] hat die Ebene von Hauran auf 2500 Fuss, das dortige Gebirge auf 6000 Fuss wahrscheinlich noch zu niedrig geschätzt.

Die Kenntniss der syrischen Flora beschränkt sich bis jetzt auf die westlichen Landschaften diesseits des Jordan, dessen Thal, tief eingesenkt unter dem Spiegel des Meers[46], Palästina von Hauran und Peräa scheidet. Hier finden wir zwischen der Küste von Beirut (34° N. B.) und der Ebene von Damaskus die Mediterranflora vom Innern durch den Libanon schärfer gesondert als weiter südwärts, wo die hohen Randgebirge fehlen und das Plateau von Jerusalem (32°) sich terrassenförmig erhebt. Auch im Norden (36°) sah Aucher-Eloy[40] zwischen Antiochien und Aleppo (1200 Fuss) den Uebergang von der mittelländischen zu der syrischen Vegetation plötzlich hervortreten. Dies ist jedoch nicht der Temperatur zuzuschreiben, die sogar auf der Hochebene von Palästina mit der der Küste nahe übereinstimmt[47], sondern der nach dem Inneren zunehmenden Trockenheit der Luft. So weit die alpinen Erhebungen des Libanon reichen, entziehen sie den herrschenden Seewinden die Feuchtigkeit, aber auch der südlichen Hochlandsterrasse sind auf dem ganzen Raume zwischen der fruchtbaren Küstenebene und dem Jordan bis zur Breite des todten Meers (31°) Mittelgebirge der Juraformation aufgesetzt[48], deren abgerundete Bergformen ebenfalls austrocknend auf die steilen Thalschluchten wirken, die in das tiefe Jordanthal sich hinabziehen. Klima und Vegetationscharakter werden in Palästina theils durch den Einfluss der arabischen Wüste, theils durch die Nähe des Meers bestimmt: daher die winterliche Regenzeit im Norden weit ergiebiger ist als im Süden. Russegger[45] vergleicht Judäa mit den wild felsigen, unfruchtbaren Höhen des illyrischen Karsts, und gegen das todte Meer geht diese Landschaft in ausgeprägte Felswüste über, wo nur in überaus engen Schluchten sich Erdkrume sammelt, wie in der am Grunde nur einige Klafter breiten Rinne, die tief unter dem Kloster Saba zwischen 1200 Fuss hohen, fast senkrechten Felsen der Bach Kidron bewässert. Judäa kann daher nur in den Thälern, die fliessendes Wasser führen, die Kulturpflanzen Südeuropas erzeugen, unter denen Oliven, Feigen und Reben hauptsächlich bemerkt werden. Samaria hingegen hat eine reichliche Vegetation, und mehrere Gebirge sind bis zum Gipfel mit Wald bedeckt. An den Vorbergen des Dschebel Nabud fand Russegger

freundliche Thäler mit Buchenwald, von Gazellen belebt und mit schönen Wiesen wechselnd, an den Abhängen der zum Karmel auslaufenden Kette kräftige Mischwälder von Eichen und Buchen. Dieser Charakter steigert sich jenseits dieses Höhenzuges in Galiläa, wo der Tabor bis zur Spitze bewaldet ist und das Thal des Kison die reichste Gartenerde besitzt. Hier breitet sich das üppigste Kulturland aus, in südlicher Vegetationsfülle schwelgend, von bedeutenden Bergströmen bewässert, mit reichem Weideland an den Berggehängen. Auch noch jenseits des Jordan trägt das Gebirge von Adschlun in Peräa dichten Eichenwald mit Pistazien und Arbutus [49]).

In Syrien ist, wie in Mesopotamien, der Sommerpassat unterbrochen, den der Taurus in die tiefer gelegene Hochebene einzudringen abhält. Aber die westlichen Winde, die hier fast das ganze Jahr herrschen [50]), indem das mesopotamische Tiefland wie ein örtliches Aspirationscentrum auf das Mittelmeer zu wirken scheint, sind ebenso trocken wie jener Nordostwind. Die Regenzeit des Winters dauert bis zum März; bis zum Oktober bleibt nun die Hochebene verödet, und da die Niederschläge in einzelnen, starken Güssen zu erfolgen pflegen, so ist die Wassermenge oft bedeutender [47]), als ihre Einwirkung auf die Vegetation erkennen lässt. Mit Mesopotamien verglichen, dessen milden Winter es theilt, unterscheidet sich Syrien durch eine weit geringere Sommerwärme und dadurch, dass der Ackerbau, ebenso wie dort der Irrigationen bedürfend, in den meisten Gegenden durch das Relief wenig begünstigt ist. Was die Bewässerung indessen leisten könne, wenn das Niveau sie fördert, zeigt auch im Inneren die reiche Kulturoase von Damaskus. Der mannigfaltige Wechsel der Hebungen und Senkungen des Bodens, auf engem Raume zusammengedrängt, gestattet zwar eine bunte Mischung mit Pflanzen aus den Nachbarländern, aber vermehrt auch zugleich die Anzahl der endemischen Gewächse Syriens. Die in der Bibel genannten Arten [51]) von Bäumen und Sträuchern, deren Systematik genau erforscht worden ist, geben eine Vorstellung von diesem Eindringen der Vegetation aus der Mediterranflora und aus der Sahara: noch heute sind sie, wie auch die Kulturpflanzen, unter unveränderten klimatischen und örtlichen Bedingungen dieselben geblieben wie in jenen fernen Zeiten des Alterthums. Am deutlichsten zeigt sich der Einfluss der Sahara in dem eingesenkten Thaleinschnitte des todten Meers, aber, wenn man behauptet hat, dass hier in Folge des Niveaus ein tropisches Klima herrsche und dies durch indische Ge-

wächse angedeutet sei, so ist dabei die Uebereinstimmung nicht berücksichtigt worden, welche die wüsten Landschaften Asiens und Afrikas verbindet. Von tropischen Vögeln hat man einige in der Oase von Jericho bemerkt, von tropischen Pflanzen finden sich nur solche, die auch in der arabischen Sahara einheimisch sind, mit welcher die Landschaften am todten Meere durch die Sinaihalbinsel sich unmittelbar berühren. Die ausgezeichnetste Pflanzenform des tropischen Afrikas, die daselbst vorkommt, ist der Oschur (*Calotropis procera*), welche von Sudan aus über die Oasen der Sahara, sowie nach Asien sich weithin verbreitet.

Persien bildet eine nach Osten geneigte Hochebene, die, von Gebirgsketten rings umschlossen, die Charaktere des Plateauklimas rein ausbildet. Alle Gewässer, die, in den Randgebirgen entspringend, in ihrem Bereich, sofern die Irrigationen nicht vernachlässigt sind, einen reichlichen Ackerbau begründen, versiegen doch im Inneren und pflegen in der Höhe des Sommers auszutrocknen. Die grossen Städte Persiens liegen als Centren dieser Bodenkultur dem nördlichen und südwestlichen Aussenrande der Hochebene genähert und in einem höheren Niveau [4000 Fuss][52]. Die grosse Wüste im Innern und im Südosten entspricht einer Depression des Bodens und senkt sich zur halben Höhe des oberen Tafellandes, in der Oase Chabbis noch tiefer. Aber auch eine centrale Gebirgskette theilt das persische Hochland, die des Kohrud, und soll sich an einigen Punkten bis zur Schneegrenze erheben. Sie durchzieht Persien in südöstlicher Richtung von Hamadan aus, an Ispahan vorüber bis Jezd und von da nach Kerman, bis sie zuletzt in das südliche Randgebirge von Beludschistan übergeht. Am Rande der Wüste erzeugt sie eine Hochsteppe, in welcher bei Jezd neben Halophyten endemische Dornsträucher und die durch ihre Gummiharze merkwürdigen Doldenpflanzen Persiens[53] den Vegetationscharakter bezeichnen. Man rechnet überhaupt, dass ein Drittel oder nach Anderen sogar die Hälfte der persischen Bevölkerung aus Nomaden besteht, also Steppen bewohnt, während die übrigen Bewohner sich mit Ackerbau und Gewerben beschäftigen[54].

Das persische Klima kennt, wiewohl fast überall zu Zeiten Schnee fällt, weder die Strenge des armenischen Winters, noch die Sommerwärme Babyloniens, ist aber doch, besonders im Norden, noch excessiv zu nennen. Die herrschenden Winde sollen in der warmen Jahrszeit, die vom heitersten Himmel begleitet ist, vom kas-

pischen Meere kommen, ein durch die Gebirge abgelenkter Sommerpassat, der im Winter mit äquatorialen Luftströmungen aus dem Golf von Oman abwechselt. Die ausserordentliche Trockenheit der Luft wird durch die Randgebirge gesteigert, aber der Winter bringt doch mit der Aenderung des Windes regelmässige Niederschläge, oft freilich nur von kurzer Dauer. In Schiras beobachtete sie Aucher-Eloy [40]) von der Mitte des Januar bis zur Mitte des März, in anderen Gegenden umfassen sie den Zeitraum vom December bis zum April. In Schiras war der Februar der Blüthenmonat, und der Frühling Persiens wird von allen Reisenden als entzückend schön gepriesen. Die Vegetation ist, wiewohl in den Pflanzenformen den westlicheren Hochländern entsprechend, doch nach den Sammlungen Aucher-Eloy's, Kotschy's und Bunge's in ihren Arten zum grossen Theil endemisch, was durch die einschliessenden Gebirge leicht erklärlich ist. Selbst nach den einzelnen Abschnitten des Landes weichen die Pflanzenarten erheblich von einander ab, die des Nordens und Südens durch die Kohrud-Kette, die des tiefer gelegenen Khorasan durch die Wüste gesondert. Auch ist der Unterschied der geographischen Breite in Betracht zu ziehen: so reicht die Dattelkultur im westlichen Persien nicht über Schiras ($29^1/_2^\circ$ N. B.) hinaus. In Kerman fehlt sie, weil diese Stadt zu hoch liegt, aber in der Oase von Chabbis (31°) ist sie sehr erheblich [55]), an diesem zum Grundwasser der Wüste eingesenkten Punkte wird sie unter denselben Bedingungen betrieben wie in der Sahara. Auch in der nördlicher gelegenen Oase von Tebes (34°) sind die Dörfer von Dattelpflanzungen umgeben, deren Früchte reif werden.

Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit Persiens, die sich in Afghanistan dann noch einmal wiederholt, besteht in den grossen Wüsten, die beinahe den dritten Theil der Oberfläche einnehmen und, durchaus verschieden von denen am Aral, in gewissen Gegenden fast unnahbar und selbst unfruchtbarer sein sollen als die Sahara. Die grosse Salzwüste erstreckt sich von der Elborus-Kette bis zu den Gebirgen von Jezd und Kerman, sie scheidet die Hochebenen von Teheran und von Khorasan. Sie bildet, wie Buhse [52]) berichtet, eine nach Süden geneigte Ebene, deren tiefster auf 2000 bis 2500 Fuss geschätzten Einsenkung ein flussähnlich gestalteter, etwas mehr als eine g. Meile breiter Salzsee entspricht, dessen Wasser von einer Kruste fussdicken Salzes überall verdeckt wird. Nach der Darstellung dieses Reisenden ist die persische Salzwüste des or-

ganischen Lebens völlig beraubt: sie enthält in ihrem ganzen Umfange nur vier Oasen, und von diesen haben nur zwei süsses Wasser. Keine Pflanze, kein Grashalm wächst auf dem salzigen Boden, unter dessen Oberfläche zuweilen die reinen Salzkrystalle anstehen: nur in der Nähe des Nordrandes erblickte Buhse ein einziges Mal einen einsamen Halophyten. Diese Nachrichten sind von Bunge[52]) bestätigt worden, indem er über die Wüste von Kerman sagt, nachdem er sie drei Tage und drei Nächte auf Kameelen durchzogen, von so völligem Mangel an Vegetation in jeder Jahrszeit und in einer so grossen Ausdehnung habe er, obgleich er die Gobi aus eigener Anschauung kenne, früher gar keinen Begriff gehabt, und um so überraschender sei die dicht angrenzende Oase von Chabbis gewesen, mit ihrem Reichthum an Palmen und Orangen. Die pflanzenlose Wüste wird von den Persern Luth, d. h. nackte Strecke genannt. So vollkommen von Vegetation entblösst seien übrigens andere, salzhaltige Wüsten in Kleinasien nicht, und noch weniger in Westpersien. Mit der Depression und Dürre des Hochlandes muss dessen Verödung zunehmen, und in Persien erkennen wir daher noch deutlicher als in den übrigen asiatischen Wüsten, dass wir dem Relief und der Beschaffenheit des Bodens und nicht dem Klima allein ihren Ursprung beizumessen haben, wie dies in der Sahara der Fall ist. Wenn eine Wüste über einen ganzen Kontinent sich ausdehnt, wie in Afrika, so ist die Ursache ihrer Bildung in der Atmosphäre zu suchen, deren allgemeine Bewegungen, wie der Passatwind des Meers, von der Polhöhe abhängen und, über weiten Räumen gleichartig wirkend, den Niederschlag verhindern können. Wo dagegen, wie im Steppengebiete Asiens, die Wüsten sporadisch vertheilt sind, erzeugt sie entweder das Niveau oder die Mischung der Erdkrume. Von diesen beiden Fällen sind die grossartigsten Beispiele in den Meridianen des östlichen Persiens gegeben. War es der sandige Boden, wie am Aral, der die Feuchtigkeit in die Tiefe entweichen lässt, so ist derselbe ungeachtet seiner Dürre nicht ohne Vegetation. In der persischen Salzwüste, wo eine thonige Erdkrume das Salz zurückhält, fehlt das organische Leben ganz, wenn der eingesenkte Boden die Luftströmungen, von welcher Seite sie auch kommen mögen, übermässig erhitzt und die Wolkenbildung hindert, während zugleich das hohe Niveau die Trockenheit der Luft steigert und die etwaige Feuchtigkeit der Oberfläche durch Verdunstung sofort wieder entfernt wird.

Das Hochland von Afghanistan und Beludschistan, im Norden durch den Hindukusch von den Tiefebenen Turkestans getrennt, wird durch eine von diesem Gebirge sich ablösende Kette in südlicher Richtung von Kabul bis Kelat in zwei Hälften getheilt und durch deren östliche Verzweigungen so gegliedert, dass der dem Indus zugewendete Abschnitt vielmehr ein Bergland mit weiten Hochthälern als eine Tafelfläche darstellt. Die Westhälfte von Kandahar nebst Herat ist Persien ähnlicher gebaut und im Süden durch die Wüste von Beludschistan nicht minder verödet. Ob dieser auch tiefer gelegene [56]) Theil, den der in einen See ohne Abfluss mündende Hilmend bewässert, von dem Vegetationsgebiete Persiens zu sondern sei, ist noch ungewiss. Die Ergebnisse von Bunge's Forschungen in Herat sind noch nicht bekannt gemacht, und unsere Kenntniss der Flora von Afghanistan beschränkt sich fast nur auf die Sammlungen von Griffith und Stocks, von denen der Erstere aus dem östlichen Gebirgslande nicht über Kandahar hinauskam und nur in Kabul und am Hindukusch länger verweilte, der Letztere von Beludschistan aus nur bis Quetta (30°) gelangt ist. Diese Osthälfte des Landes ist, wiewohl die Gebirge selten die Schneegrenze erreichen, weit höher gelegen [1]) als Persien, aber da die abgerundeten Kämme nicht bedeutend (etwa 500—2000 Fuss) über die Thäler emporragen, so besitzt doch fast nur der östliche Hindukusch einen Waldgürtel, und das ganze Land erscheint im Gewande einer Hochsteppe. Nur in der Nähe der Ortschaften haben sorgfältige Irrigationen dieselbe in Kulturland verwandelt, welches an den Ufern der Gebirgsflüsse mit Wiesen von reichem Heuertrage abwechselt. Die Winterkälte ist beträchtlich, aber die Wintercerealien schützt in Kabul eine Schneedecke [57]). Im Sommer herrschen Westwinde [58]), die, durch die Tiefebenen am Indus aspirirt, von heiterem Himmel begleitet sind und bis hoch in die Gebirge hinauf mit der Trockenheit der Luft auch die Wärme bedeutend steigern. Die Zeit der atmosphärischen Niederschläge ist auch hier nur auf den Winter und Frühling beschränkt, auf die Jahrszeiten, in denen der Antipassat die Gebirge berührt und an sie seine Feuchtigkeit abgiebt. Wir sehen daher, dass, mit Ausnahme von Persien, in allen Hochländern des Steppengebiets von der syrischen Küste bis zum Indus der Sommerpassat in Folge der abgesonderten Aspirationscentren Mesopotamiens und Indiens wenigstens in den unteren Luftschichten durch entgegengesetzte westliche Strömungen unterbrochen wird, und dass dennoch der Verlauf der

Jahrszeiten, der die Steppenvegetation hervorruft, stets derselbe bleibt, ein blüthengeschmückter Frühling diesen Gegenden allein vergönnt ist.

Den Vegetationscharakter Afghanistans bezeichnet Griffith [59]) als kleinasiatisch, Stocks [60]) findet ihn übereinstimmend mit dem südlichen Persien. Hiemit erscheint die Gleichartigkeit der Pflanzenformen in dem ganzen Umfang der Hochländer vom Mittelmeer bis zum Indus ausgesprochen. Die Astragaleen, die stechenden Staticeen, die Artemisien und Labiaten, die Zwiebelgewächse, die zahlreichen Cruciferen, Borragineen und Doldenpflanzen sind in Afghanistan neben den Halophyten für dieses Verhältniss maassgebend. Griffith erwähnt, dass er daselbst sechzig Astragalus-Arten gesammelt habe, und in seiner Sammlung, sowie in der Bunge's aus Herat, sind auch die Traganthsträucher vertreten. Der Trockenheit und Hitze des Sommers entsprechen die Dornenbildungen, die vielleicht in keinem Theile des Steppengebiets so häufig sind wie hier, ebenso die Wollhaare an den Organen und ihre ätherischen Oele. Die eigenthümliche Stellung des Landes beruht auf der allgemeinen Verbreitung strauchartigen Wachsthums und darauf, dass aus dem Himalaja und aus den dürren Landschaften Indiens gewisse Arten erst an der afghanischen Centralkette und im Hindukusch ihre westliche Grenze finden. Nirgends, bemerkt Stocks [61]), ist der Boden nackt, Anhöhen und Ebenen sind gleichmässig von den niedrigen Sträuchern bekleidet, viele Gewächse, besonders die allgemein vorkommenden Artemisien und Labiaten zeichnen sich durch ihren Duft aus, das ätherische Oel soll sogar dem Fleische der Schafe und Ziegen einen »fast aromatischen« Geschmack geben. Wenn die Sonne im Junius die trockene Jahrszeit bringt, gewähre diese Vegetation freilich einen dürren Anblick: im Frühlinge sei hingegen die Färbung der Landschaft ein dunkles Olivengrün, wogegen das frische Grün der angebauten Thäler einen angenehmen Gegensatz biete. In den steinigen Gegenden, wo niedrige, blattarme, dornige Halbsträucher vorherrschen, aber doch nur vereinzelt wachsen können, ist die Physiognomie der Landschaft indessen minder erfreulich, und eine solche Beschaffenheit des Bodens ist häufig genug. Von dem Einfluss der indischen Flora wird der Südrand von Beludschistan am meisten berührt, der, ebenso wie die südliche Küste Persiens, einen Uebergang theils zur arabischen Sahara, theils zu den Wüsten von Sind und vom Punjab darstellt. In dem Waldgürtel des Hindukusch bemerkt

man ebenfalls nicht europäische und persische, sondern Bäume des Himalaja (allein 5 Coniferen nebst *Aesculus* und *Dalbergia Sissoo*), eine Erscheinung, die sich daraus erklärt, dass der orographische Zusammenhang mit der Elborus-Kette zwar in Khorasan nirgends unterbrochen zu sein scheint, dass aber in dieser Richtung die Wälder aufhören und schon der westliche Hindukusch baumlos und minder hoch ist.

In dem Ackerbau der Hochthäler Afghanistans lässt sich eine Annäherung an die Vegetationsbedingungen Tibets bereits erkennen, eine Aehnlichkeit, wie sie nach der Bodengestaltung sich erwarten lässt. Eine massenhafte Anschwellung der Erdoberfläche bewirkt, wie uns schon die Alpen des Engadin gelehrt haben, auch wenn sie durch Bergzüge zu Thalbildungen gegliedert ist, gleich den Hochebenen eine bedeutende Steigerung der Sommerwärme und damit eine Erhöhung aller Vegetationsgrenzen. Weizen und Gerste sollen in Afghanistan bis zum Niveau von 9400 Fuss[58]) fortkommen; bei Kabul (6000 Fuss) wird sogar Reis gebaut; die Obstbäume sind fast dieselben wie in Buchara, neben einigen eigenthümlichen[62]) theils nord-, theils südeuropäische, ihre Früchte ebenfalls berühmt, auch die Weinkultur ist von Bedeutung. Die Dattelpalme steigt von der Südküste bis in die wärmeren Hochthäler (bis 4400 Fuss) und wird in Beludschistan von einer Zwergpalme begleitet (*Chamaerops Ritchieana*), die nordwärts den Fuss des Hindukusch bei Attok am Indus erreicht. In der Höhe von Kabul, wo die Nachtfröste spät in das Frühjahr reichen, sind die Zeiten der Saat und Ernte denen von Europa ähnlich[57]), die Sommerfrüchte können erst im Mai bestellt werden und reifen im August und September. Um so merkwürdiger ist unter diesen Umständen die Kultur von Reis und Mais, wobei man entweder eine ungemeine Beschleunigung der Entwickelungsphasen dem Klima zuschreiben oder annehmen muss, dass man dort Spielarten dieser Cerealien besitzt, die sich durch eine kurze Vegetationszeit auszeichnen, wie man sie vom Reis in China, vom Mais in Nordamerika erzeugt hat.

Die Flora von Tibet umfasst den ganzen, von den höchsten Gebirgen der Erde erfüllten und umkränzten Raum vom indischen Kamm des Himalaja bis zum nördlichen Fusse des Künlün, wo die Ebene von Iltschi nur 4000 Fuss hoch liegt[2]) und nun die Gobi-Steppe beginnt. Die älteren Vorstellungen, dass Tibet eine einförmige Hochebene sei, wurden schon von Humboldt berichtigt, und

seine Ansichten sind durch die späteren Entdeckungsreisen in Centralasien bestätigt und erweitert worden. Es ist willkührlich, hier verschiedene Gebirgssysteme zu unterscheiden [63]: denn die Ketten des Himalaja, des Karakorum und des Künlün verhalten sich zu einander wie die drei Hauptzüge der Alpen, indem sie überall durch ihre Gliederungen zusammenhängen. Wie mit fortschreitender geographischer Kunde sich der Begriff der Anden erweitert hat, so möchte ich auch dieses ganze System Hochasiens als Himalaja bezeichnen, wobei die südliche Kette als die indische zu unterscheiden wäre. In diesem Sinne erstreckt sich das höchste Gebirge der Erde [64] über mehr als zwölf Breitengrade (40°—27°), von den Grenzen Bucharas bis zu dem indischen und chinesichen Tieflande. Wie es im Osten gegen das letztere sich abdacht, ist geographisch noch unerforscht; genauere Kunde hat man jenseits der nach Indien führenden Pässe nur von Klein-Tibet und den nördlich angrenzenden Landschaften. In diesen Meridianen finden sich Hochebenen nur im Bereich der beiden nördlichen Ketten (30—37° N. B.), und auch diese sind meist von geringem Umfang. Abgesehen von einzelnen Seebecken breiten sich weder das Hauptthal des Indus in Klein-Tibet [65], noch dessen Nebenthäler irgendwo zu Tafelländern aus, sondern die weithin gedehnten Bergketten treten dicht an die Furchen des fliessenden Wassers, und ein geneigter Boden ist daher allgemeiner Charakter dieses Theils von Centralasien. Aber die Hochthäler Tibets theilen dennoch die Vortheile des Plateauklimas: die Verhältnisse sind dem Flächenraume nach so grossartig, die Böschungen so sanft, dass, wie Gerard sich ausdrückte [66], die schneebedeckten Gipfel in der Weite ihrer Entfernung erbleichen, wie ein Bild, das in der Erinnerung nur eine dämmernde Vorstellung zurücklässt.

Die tibetanischen Hochthäler [67] senken sich von 14000 bis 10000 Fuss, ohne dass die Flora sich ändert, und noch höher liegen die nördlichen Hochebenen (15000 Fuss). In dem hohen Niveau der Thäler wird dennoch an den Flüssen Getraidebau betrieben (bis über 13000 Fuss), selbst einzelne Bäume kommen fort (hochstämmige bis 12600 Fuss). Hier haben die Irrigationen nicht bloss die excessive Trockenheit und Dürre des Steppenklimas zu überwinden, sondern die geringe Sommerwärme [68] scheint mit dem Anbau ebenfalls schwer in Einklang zu bringen, so sehr auch die sanfte Neigung des Reliefs die Abnahme der Temperatur verzögert. Zwar finden wir in Leh, der Hauptstadt von Klein-Tibet (10800 Fuss), den

Sommer noch ebenso warm wie in Stockholm (12°,7), aber wenn man in Hochasien auf 800 Fuss Erhebung eine Wärmeabnahme von einem Grad rechnet[69]), so würde an der oberen Grenze des Getraidebaus die Vegetation unter noch ungünstigeren Bedingungen stehen als da, wo derselbe in Lappland aufhört. Nirgends auf der Erde giebt es einen deutlicheren Beweis, dass die Insolation in den oberen Schichten der Atmosphäre zunimmt, wenn sie eine so erwärmungsfähige Fläche trifft wie hier, und dies dient daher auch zur Aufklärung über die Kulturbedingungen in den hochgelegenen Thälern Afghanistans. Unstreitig wird die Wärme auch durch die Trockenheit der Luft erheblich gesteigert, indem die Sonnenstrahlen auch im aufgelösten Wasserdampf an Kraft verlieren. Moorcroft[70]) sah zu Leh in der Julisonne das Thermometer auf 50° steigen, selbst des Nachts fiel es zu dieser Zeit nur auf 19°, und sogar in der Mitte des Winters beobachtete er ein Steigen des Quecksilbers auf 23° in den Sonnenstrahlen. Die starke Insolation kompensirt nicht bloss die Abnahme der Mittelwärme, sondern auch die Kürze des Sommers, und bringt das Getraide zuweilen rascher zur Reife als in Lappland. Frost und Schnee beginnen in Leh zu Anfang September und dauern mit wenig Unterbrechung bis Anfang Mai, so dass hier allerdings vier Monate für die Bestellung des Ackers frei sind und der Weizen daher gut fortkommt. Auch wird die Gerste gewöhnlich erst in der zweiten Hälfte des Mai gesäet und im September geerntet[71]), allein Moorcroft erwähnt auch den Fall, dass dieselbe im Niveau von 10000 Fuss schon zwei Monate nach der Saat zur Ernte reif wurde, in dem eingeschlossenen Thale von Pituk, wo die Insolation durch reverberirte Strahlen gesteigert ist.

Ein grösseres Hinderniss als in der Temperaturabnahme findet der tibetanische Ackerbau in der Trockenheit der Luft und der Seltenheit des Regens. In dem Hauptthale des Indus[65]) finden keine Niederschläge statt, die den Boden vollständig benetzen; auch im Winter fällt wenig Schnee, und die Flüsse empfangen ihr Wasser aus den mehr als 10000 Fuss höheren Bergketten, an denen sich der Wasserdampf zu einer weitläuftigen Region ewigen Schnees ansammelt. Noch viel ungünstiger sind die Verhältnisse in Gross-Tibet[72]), wo im Winter gar keine Niederschläge zu erfolgen scheinen. Die Punditen, welche von Nepal aus in dessen Hauptthal gelangten und bis Hlassa vordrangen, erlebten während der ganzen Dauer ihrer Reise, vom Oktober bis zum Juni, nur einmal einen Schneefall und

niemals Regen[73]. Wenn auch in den Hochthälern nur örtliche Winde aus verschiedenen Richtungen bemerkt werden, so scheint doch über das Gebirge Hochasiens eine dauernde Polarströmung zu wehen, die von Indien aspirirt wird und keine Verdichtung des in diesen grossen Höhen ohnehin so spärlichen Wasserdampfs zulässt. Erst an den höchsten Erhebungen, die wahrscheinlich in den Antipassat hinaufreichen, wird die doch sehr beträchtliche Anhäufung von ewigem Schnee erzeugt, welche die mächtigen Gletscher der Karakorum-Kette bildet, aus denen ein Theil des Wasserreichthums stammt, der in den beiden grossen Strömen des Indus und Brahmaputra gesammelt wird. Nur aus einer Polarströmung in den unteren Luftschichten ist es zu erklären, dass in den Hochthälern und Ebenen, sowie an den schwach geneigten Abhängen, die Unfruchtbarkeit sich zur nackten Wüste steigern kann, und dass das weite Gebiet des Yaru gegen das enger eingeschlossene des Indus in seinen Kulturbedingungen zurücksteht. Die Hochebenen am Künlün sind auf beträchtlichen Räumen oft ohne alle Vegetation, die höchsten derselben [3] liegen selbst über dem Niveau der Schneegrenze und sind doch schneefrei, nur von wasserreichen Bächen durchfurcht, die von dem Firn der Gipfel und von den Gletschern der Gehänge gespeist werden[74]. Hier ist es, wie Schlagintweit bemerkt, nur dadurch den Heerden von wilden Pferden, von Yaks und anderen Wiederkäuern, die diese Einöden beleben, möglich, ihr spärliches Futter zu finden, dass sie täglich Strecken von mehreren Meilen zurücklegen, um zu den einzelnen, zerstreut liegenden Grasplätzen zu gelangen. Aehnlich verhält es sich mit dem Ackerbau am Yaru in Gross-Tibet, der zwar bis zum Niveau von 13100 Fuss betrieben werden kann, aber nur eine Kulturoase längs des Flusses bildet[74], während darüber das Land zu einer Region, die nur noch der Viehzucht dient, weithin ausgedehnt ist. Hier kommen zu Schigatsa nur im Sommer, namentlich im Juli und August, heftige Regenschauer vor[73], wahrscheinlich, weil dann, zur Zeit der grössten Stärke des Südwestmonsuns, der Brahmaputra seine Wolken in das Seitenthal hinaufsendet. Der Verlauf der Jahrszeiten ist also von dem des übrigen Steppengebiets durchaus abweichend und, da die Vegetation demohngeachtet dieselbe ist[75] wie im westlichen Tibet, so kann der Einfluss dieser vorübergehenden Regenzeit nicht von Bedeutung sein. Das fliessende Wasser ist auf dem dürren Boden der tibetanischen Hochthäler die einzige Bedingung eines ergiebigen Ackerbaus und dient zugleich

der einheimischen Vegetation zur Belebung. Mit dem Weizen, der Gerste und dem Buchweizen, den Cerealien Tibets, sind es auch die Obstbäume [76]), die Pappeln und Weiden, die an den Flusslinien der Bewässerung die Möglichkeit des Fortkommens verdanken.

Der Anblick Tibets ist der einer weiten Oede, die Vegetation überaus dürftig, der Boden steinig, Weidegrund mit kurzer Grasnarbe nur stellenweise vorhanden. Auch von den Gebirgen sind zusammenhängende Wälder ganz ausgeschlossen. Wenn man die Laub- und Nadelhölzer der indischen Seite des Himalaja verlassen hat, begegnet man erst wieder am nördlichen Abhange des Künlün, dem ersten, aber auch hier nur spärlich erscheinenden Walde, der aus Pappeln zu bestehen scheint [77]). Im Flussgebiet des Satlej steigt, vom übrigen Tibet ausgeschlossen, bis in das Spiti-Thal noch eine Conifere (*Juniperus foetidissima*), ein Baum, der die oberste Waldregion in Kunawur bildet und in Kaschmir mit anderen Nadelhölzern des Himalaja zusammentrifft [65]). Wenn aber auch an den Strömen der grossen Hochthäler Tibets nur vereinzelte Laubhölzer vorkommen, so werden doch zuweilen die Gesträuche dieses Landes baumartig. In einer Nebenschlucht des Indus fand Thomson im Niveau von fast 13400 Fuss [67]) ein Gehölz, welches aus einer bis zu 15 Fuss hohen *Myricaria* von armdickem Stamm bestand, und im Shayuk-Thale zwischen kahlen Schneebergen ebenfalls ein Dickicht von *Hippophae*, die hier zu einem kleinen Baume ausgewachsen war. Nicht die Kürze der Vegetationszeit steht in Tibet dem Baumleben entgegen, sondern die Dürre des Bodens und die Trockenheit der Luft. Denn da die Weizenernten vier Monate in Anspruch nehmen, so würde die Temperaturkurve des Jahrs auch gewissen Bäumen genügen können. Unter allen Pflanzenformen fallen daher auch die Sträucher am meisten auf, die weniger Wasser bedürfen als die Bäume, und eine längere Entwickelungsperiode haben als die Kräuter. Schon von den ersten Forschern, die von Indien aus die Pässe des Himalaja überstiegen, finden wir Dornsträucher mit gefiedertem Laube (unter der Bezeichnung Furze) als charakteristisch für die tibetanische Flora hervorgehoben, von denen einige zuweilen Mannshöhe erreichen (Arten von *Caragana*, neben kleineren Traganthsträuchern). Solches Gestrüpp hört erst bei 16000 Fuss auf, in einem höheren Niveau als die meisten Gräser, gerade wie die Sträucher der Wüsten am Aralsee jenseits der Grassteppe auftreten. Zur Feuerung ist man in Tibet auf diese Sträucher beschränkt und benutzt hauptsächlich eine Art,

welche die höheren Abhänge bekleidet (*Caragana versicolor*). Aber auch die Gesträuchformationen sind selten und finden sich nur da, wo die Feuchtigkeit im Boden sich sammelt[65]). So begleiten auch die Flüsse Tamarisken, Weiden und ähnliche Gebüschformen. An den Berggehängen, die von schmelzendem Schnee getränkt werden, wachsen zahlreichere Weidenarten mit jener Caragana in Gesellschaft. Ueberhaupt zeigt sich eine durchgreifende Verschiedenheit zwischen der Vegetation der Thäler und des geneigten Bodens über denselben: allein dies sind nicht, wie Thomson meinte, zwei durch Höhe und Klima gesonderte Regionen, sondern durch den Bodeneinfluss und dessen verschiedenartige Befeuchtung gesonderte Pflanzenformationen. Die Beschränkung des Begriffs einer alpinen Region auf die oberen Abhänge passt hier um so weniger, als auch die Thäler ebenso wohl alpine Gattungen enthalten und der Charakter der ganzen Flora daher auf der Vermischung von arktischen und Steppen-Formen beruht. Darin besteht eben die Eigenthümlichkeit Tibets, dass die Klimate der Steppe und der alpinen Regionen hier verbunden sind, dass auf dem dürren Boden die Vegetationszeit durch die Trockenheit der Luft und am fliessenden Wasser durch die Dauer des Winters verkürzt wird. Aber auch in den Flussthälern sind die Steppenpflanzen noch mehr als auf den Bergen begünstigt, weil sich häufig in alten Seebecken ein salzhaltiger Boden findet, der dann sofort Chenopodeen und Artemisien hervorruft. Der wesentlichste Unterschied des landschaftlichen Charakters der Thäler und der Gebirgsabhänge besteht offenbar darin, dass jene eine zusammenhängende Pflanzendecke erzeugen können, und dass diese grossentheils eine pflanzenlose Wüstenei darstellen, weshalb Jacquemont[78]) mit Recht an den Pässen des Spiti-Thals von einer 2000 Fuss breiten, nackten Region zwischen der Vegetationsgrenze und der Schneelinie sprach: dies ist ein Gegensatz, der nicht auf der Temperaturabnahme, sondern auf der Vertheilung des fliessenden Wassers, der ersten und nothwendigsten Bedingung des Pflanzenlebens in einem so trockenen Klima, beruht. Allein die Oede der Natur auf einem grossen Theil der Oberfläche des Gebirgs, die im Himalaja keine Sennwirthschaft sich hat entwickeln lassen, wird einigermaassen durch das ungemein hohe Ansteigen alpiner Pflanzenformen auf befeuchtetem Boden ausgeglichen. Die höchste phanerogamische Vegetation Tibets fanden die Gebrüder Schlagintweit[79]) in dem Niveau von 18590 Fuss, gegen 600 Fuss oberhalb der Schneegrenze. Nirgends ist die Unabhängigkeit der

Steppenflora von dem Niveau deutlicher ausgedrückt als in Tibet, wo man Gräser von besonderem Bau findet, die zugleich in dem kaspischen Depressionsgebiet einheimisch sind [80]).

Von der Gobi sind nur die östlichen Gegenden näher erforscht worden, wo diese Steppe auf dem Wege von Sibirien nach Peking gekreuzt wird, und wo sie über die russische Grenze in Daurien eintritt. Aber gerade das Wenige, was man vom Klima und von der Kultur der westlichen Landschaften (von Thianschannanlu) weiss, ist von besonderer Bedeutung. Hier erhebt sich über eine Reihe blühender Städte der Thianschan beinahe waldlos, indem der Waldgürtel dieses hohen Gebirgs grösstentheils seinen äusseren Abdachungen anzugehören scheint, die dem songarischen Tieflande zugewendet sind. In gleichen Breiten mit Buchara und der Kirgisensteppe gelegen, aber diesen Tiefebenen als ein östliches Tafelland gegenüber stehend, erstreckt sich die Gobi, vom Thianschan und Altai im Norden und im Westen vom Bolor begrenzt, bis zu den flachen Stromgebieten Chinas. Diese Randgebirge, welche sie nebst dem Künlün im Südwesten und dem Chingan im Osten umkränzen, sind an mehreren Stellen durch weite Lücken unterbrochen, wodurch die Vermischung ihrer Steppenflora mit den Erzeugnissen anderer Gegenden erleichtert wird: solche Uebergänge finden sich zwischen dem Thianschan und Altai zur Kirgisensteppe, im Osten des Künlün zu Tibet, und im daurischen Ononthal (50° N. B.), welches das Apfelgebirge von Chingan trennt, zu Sibirien. Auch an der chinesischen Seite scheinen ununterbrochene Abdachungen zum Tieflande vorzukommen. Das Niveau der Gobi ist durch Messungen nur an einigen Orten [81]) bekannt, wo es dem der persischen Hochebene entspricht (4000 Fuss) und auch, wie diese, tiefer eingesenkte Landschaften einschliesst.

Auf das Klima üben die Randgebirge einen bedeutenden Einfluss. Im mongolischen Osten, wo jene offene Verbindung mit Sibirien besteht und auch die Polhöhe zunimmt (42—50° N. B.) ist die kontinentale Wärmevertheilung stark ausgeprägt, im turkestanischen Abschnitt zwischen dem Thianschan und Künlün (37—43°) finden wir mit gleichfalls hoher Sommerwärme einen so milden Winter gepaart, wie man im Herzen von Asien und auf hoher Grundfläche (4250 Fuss) durchaus nicht erwarten sollte. Diese Erscheinung, durch die Kulturprodukte des Landes angedeutet, beschäftigte Humboldt [82]) lebhaft. Den Weinbau von Hami (43° N. B.) zu Grunde

legend, hielt er es für wahrscheinlich, dass der Boden daselbst das Niveau von 2640 Fuss nicht erreiche. Die Produkte [83]) von Khotan und Kaschgar sind in der That fast die nämlichen wie im Tieflande von Buchara: ebenso wie dort beruht ihre Erzeugung auf Irrigationen; mit dem Weizen wird Mais und Reis, auch Baumwolle wird gebaut, neben dem Wein und dem Morus finden wir unter den Früchten des Landes den Pfirsich und die Aprikose, selbst Oliven und Granatäpfel bezeugt. Nach chinesischen Quellen soll Hami sogar Orangen hervorbringen [82]). Dennoch hat sich die Vermuthung Humboldt's, dass der Boden am Fusse der Gebirge eingesenkt sei, wenigstens in Khotan nicht bestätigt; es liegen jetzt Johnson's umfassende Höhenmessungen [81]) vor, nach denen die weiten Ebenen, in denen jene Kultur stattfindet, in einem noch etwas höheren Niveau liegen als die Gobi zwischen Peking und Kiachta. Die Bodenerzeugnisse dieses Tafellandes müssen daher aus den klimatischen Bedingungen ihrer Kultur selbst erklärt werden. In dieser Beziehung geben neuere Nachrichten [84]) über den Verlauf der Jahrszeiten in Kaschgar näheren Aufschluss. Der Winter ist so milde, dass weder die Flüsse gefrieren, noch der spärlich fallende Schnee über drei oder vier Tage liegen bleibt. Auch Nebel und Regen werden im Winter selten beobachtet: vom September bis zum März regnete es nur an zwei Tagen, und auch dann nur mit Unterbrechungen, obgleich die herrschenden Winde aus Westen kamen. Die Belaubung der Bäume begann Anfang März, dann blühten auch Tulpen und Anemonen, erst Ende Oktober fingen die Blätter an abzufallen. Den Sommer hindurch soll eine drückende Hitze herrschen, während dichte Staubwolken die Luft erfüllen und Regenschauer äusserst selten sind. Das Klima ist also hier, in der Breite von Valencia (39° N. B.), dem des Mittelmeergebiets zu vergleichen, aber es unterscheidet sich durch eine hohe Trockenheit der Luft in allen Jahrszeiten, und dadurch, nicht durch den Winter, wird das Land zur Steppe und Wüste. Es würde jene Produkte nicht erzeugen können, wenn es nicht von den drei es umschliessenden Schneegebirgen aus mit Gewässern reichlich versorgt würde, die sich zum Tarim vereinigen, einem Flusse, der in den Lop-Noor sich ergiesst. Das fliessende Wasser stellt eine Vegetation von acht Monaten zur Verfügung, und die hohe Sommerwärme vermehrt den Zuckergehalt der Früchte. Die Trockenheit des Klimas ist leichter zu begreifen als die Milde des Winters: denn die Richtung der Luftströmungen ist hier von keiner Bedeutung,

weil sie auf den Gebirgsketten ihren Wasserdampf verlieren, und die einzige geöffnete Seite, die östliche, die der Gobi selbst ist. Aber auch vor den kalten, sibirischen Polarwinden schützt der Thianschan diese Hochebene, der auf die an seinem Fusse gelegenen Städte Aksu, Hami und andere ähnlich wirken wird wie die Alpen auf die lombardischen Seeufer. Die Seltenheit der Wolkenbildungen lässt der Insolation den freisten Spielraum, und die Höhe des Niveaus verstärkt dieselbe auch im Winter, wenn auch in geringerem Grade als oben von Leh erwähnt wurde. Dies scheinen die Bedingungen zu sein, unter denen hier am Aussenrande der Hochebene eine beträchtliche Zahl grosser Städte und Mittelpunkte der Bodenkultur sich entwickelt haben, im Gegensatz zu den vom Gebirge entfernteren Gegenden, die wüst und unbewohnt sind, obgleich sie, nach dem Laufe der Flüsse zu urtheilen, in einem tieferen Niveau liegen. Denn wie in Buchara grenzt unmittelbar an den irrigirten Kulturboden eine Wüste mit beweglichen Dünen aus Flugsand, fast völlig von Vegetation entblösst[85]) und mit salzhaltigen Thonschichten wechselnd. Auch hier scheinen, wie in Persien, die tiefsten Niveaus der Wüste anzugehören, deren Umgebungen aus Steppen zu bestehen; aber die vielfältige Bewässerung durch zahlreiche Gebirgsflüsse bewirkt, dass fruchtbare Landschaften, selbst mit Baumdickichten begrünt, sich »wie blühende Inseln« in die Oede hinabziehen. So ist es auch hier nur das Gebirge, welches Oasen erzeugt, wogegen in den weiten mongolischen Hochebenen der Gobi keine Städte gegründet wurden, sondern, wie in der Kirgisensteppe, nur wandernde Hirtenvölker umherschweifen.

Dass in diesen mittleren und östlichen Theilen der Gobi ebenfalls Wüsten und Steppen mit einander wechseln, ist wahrscheinlich. Aber die Nomadenbevölkerung von mongolischen und türkischen Stämmen, die eben von der Gobi aus zu wiederholten Malen in die Kulturländer des Westens wie des Ostens erobernd einbrachen, ist viel zu zahlreich, als dass man nicht den Steppen und Weideländern einen viel grösseren Umfang als der Wüste zuschreiben müsste. Ohnehin wiederholen sich die Sandwüsten Hochturkestans nur selten in den östlicher gelegenen Gegenden, wo die steinige und felsige Beschaffenheit des Bodens bis nach Daurien überwiegt[86]). Auf dem Wege von Kiachta nach Peking wurde die Gobi zwar streckenweise wasserlos gefunden, aber doch nur auf wenigen Tagemärschen, und selbst hier von Weideplätzen mit Grundwasser in geringer Tiefe

unterbrochen. Timkowski [87]) zog diese Strasse sowohl im Winter als im Sommer; nach seinen Angaben scheinen die klimatischen Verhältnisse denen in den Aralsteppen ähnlich zu sein. Es ist anzunehmen, dass auch in der mongolischen Gobi das Relief und das Verhalten des Wassers zum Boden für die Vegetation maassgebend sind, und dass in dem eingesenkten Raume die Wüste über die Steppe die Oberhand gewinnt. Auf jener Strecke liegt die Mitte tiefer als die Ränder, und ist eben hier 17 g. Meilen breit wüst. Auch in den Gegenden, wohin im Südosten von Hami mehrere versiegende Flüsse sich wenden, wo also das Niveau sich senken wird, soll wasser- und pflanzenlose Wüste sich ausbreiten [85]).

Der Vegetationscharakter der daurischen Hochsteppen ist dem der Kirgisensteppe ähnlich [88]), wenngleich die Bestandtheile der Flora sehr verschieden und darunter viele endemische Arten enthalten sind. Die Tulpen Orenburgs werden durch Iris-Arten (*I. halophila*), die Steppengräser durch neue Formen ersetzt (*Elymus pseudoagropyrum*); die Stauden zeichnen sich durch schmale Blätter aus, aber im Gegensatze dazu findet sich auch hier, wie fast im ganzen Umfange des Steppengebiets, das mächtige Rheum: die Rhabarberwurzeln des Handels sind eben ein eigenthümliches Produkt der Gobi von einer noch nicht aufgefundenen Art, die in Hochturkestan einheimisch zu sein scheint. Auch die Dornsträucher fehlen dem steinigen Boden nicht, der in Daurien fast ohne Humusdecke vorherrscht, sie werden hier, wie in der Songarei, durch die bis Tibet verbreitete Gattung Caragana vertreten (*C. microphylla*). In den Senkungen der welligen Oberfläche endlich herrschen auch hier die Halophyten, die Chenopodeen und Artemisien, die erst im Herbste ihre Entwickelung abschliessen. Uebrigens fällt ungeachtet der Schneearmuth des Winters die Vegetationszeit der daurischen Steppen in den verspäteten Frühling, im Mai und Juni sind sie mit Blüthen reichlich geschmückt.

Ueberblicken wir nun nach der Uebersicht seiner vielfachen Gliederungen noch einmal das ganze Steppengebiet, so müssen wir erkennen, dass die austrocknenden Wirkungen des Sommerpassats, von dem unsere Untersuchung ausging, nicht ausreichen, die übereinstimmenden Erscheinungen des Pflanzenlebens zu erklären. Zwar sind es nur wenige Landschaften, wo unter dem Einflusse der Gebirge der Verlauf der Jahrszeiten sich ändert und die Entwickelungsperiode der Vegetation sich verlängern kann, aber die Richtung der

Luftströmungen ist, wenigstens in den unteren Schichten der Atmosphäre, häufig derjenigen entgegengesetzt, welche die allgemeine Konfiguration der Kontinente fordert. Wir haben aber ferner gesehen, dass auch in diesen Fällen der Sommer meist ebenso trocken bleibt wie bei herrschenden Polarströmungen, und hierin liegt die Ursache von der Uebereinstimmung der drei Jahrszeiten in den verschiedensten Gegenden des Steppenklimas. Die Gegensätze des Reliefs, die diesen Störungen allgemeiner Verhältnisse zu Grunde liegen, erheischen, nachdem sie im Einzelnen betrachtet wurden, nun zum Schluss noch eine zusammenfassende Erläuterung. Um den Einfluss des Niveaus auf die Bedingungen der Kultur zu ermessen, braucht man nur seine Aufmerksamkeit auf die so unregelmässige und sporadische Vertheilung der Städte in dem Steppengebiete zu richten, wie sie am Fuss der Gebirge oder an den Flüssen reihenförmig geordnet, zuweilen sogar zusammengedrängt liegen, und dann wieder auf den weitesten Strecken, von Orenburg bis Peking, durchaus fehlen, oder wie sie in den südlichen Hochländern von der Bedeutung naher Gebirge und von deren schmelzenden Schneemassen abhängig sind. Im Waldgebiete sehen wir die Fruchtbarkeit in den Niederungen der Flussthäler erhöht, hier werden die Flüsse zur nothwendigen Bedingung des Anbaus. Sind es also die Gebirgsketten, die durch ihren gesteigerten Niederschlag wirken, oder in Russland die Wälder jenseits der Steppengrenze, die ebenfalls Flüsse in die öden Landschaften entsenden, so ist die wagerechte und baumlose Oberfläche der Steppe selbst von hervorragendem Einfluss auf ihr Klima und auf ihre Vegetation. Hiedurch werden die Luftströmungen verstärkt, die Wolkenbildungen gehindert. Man kann vielleicht behaupten, dass alle waldlosen Gegenden der gemässigten Zone eben oder doch nur wellenförmig gebaut sind und dadurch zur dauernden Erhaltung ihrer Vegetation mitwirken. Aber weil die bewaldeten Tiefländer ebenso flach sein können wie die Steppen, und weil die Beschaffenheit ihrer Erdkrumen ebenfalls übereinstimmen kann, wie die Ukraine uns belehrte, so liegt die erste Ursache der Steppenbildung nicht in ihrem Relief, nicht in ihrem Boden, sondern in den Zuständen der Atmosphäre.

Die Gewalt der Luftströmungen steht im engsten Zusammenhang mit den mechanischen Hemmnissen, die ihnen begegnen. Stürme, wie sie auf dem Meere oder an dessen Küsten vorkommen, sind im Inneren der Kontinente um so seltener, je mehr die Unregel-

mässigkeiten des Reliefs ihnen entgegentreten. Selbst durch die Bäume der Wälder werden sie schon gemässigt. Die ebenen Steppen, wo kein Gegenstand über die Höhe eines Strauchs vom Boden sich erhebt, gleichen daher dem Meere in den stürmischen Bewegungen der Atmosphäre. Hier aber kommen diese Stürme, die ungeheure Staubwolken aufwirbeln oder zuweilen wochenlang den Schnee wagerecht über die Fläche treiben, fast nur aus östlichen Richtungen, sie erhöhen im Winter die schneidende Kälte und im Sommer die Dürre des Bodens durch ihre Trockenheit. Indem die Luftströmungen, durch Widerstand ungebrochen, über einen grösseren Raum sich ausdehnen, gewinnt die geänderte Rotationsgeschwindigkeit des Erdkörpers einen allgemeineren und stärkeren Einfluss; eine sanfte Bewegung muss sich allmälig zum Sturmwinde steigern, wenn die Aspiration auf grosse Entfernungen wirkt und der Unterschied der Drehung unter verschiedenen Breitengraden anwächst. Wenn auch die Feuchtigkeit des Bodens genügte, so würde es doch den Bäumen an jedem Schutz fehlen, den häufig wiederkehrenden Steppenstürmen Widerstand zu leisten: hier muss die Vegetation Organe von grösserer Elasticität erzeugen, als sie im holzigen Stamme besitzt, oder von geringerer Oberfläche als die Blätter einer Laubkrone. Da die Atmosphäre ferner über einen so gleichartig gebildeten Boden hingleitet, so fehlen die plötzlichen Temperaturunterschiede, die je nach der Aenderung der Insolation und Strahlung, sowie nach der Abweichung des Windes von seiner wagerechten Bahn die Verdichtung des Wasserdampfs zu Nebel und Wolken bewirken. Der Niederschlag, den die allmälige Abnahme der Wärme auf weiten Entfernungen herbeiführt, ist schwach und kann ganz aufhören, wenn die Menge des Wasserdampfs durch Gebirge verringert wird. Die Trockenheit des Steppenklimas verstärkt die Verdunstung der Pflanzen, und durch den Saftverlust gehen sie frühzeitig zu Grunde, auch wenn sie den Stürmen gewachsen waren. Dann aber verwesen sie nicht leicht an Ort und Stelle, sondern trocknen zu beweglichen Körpern ein, die der Sturm, mit Staubwolken gemischt, vor sich hertreibt. Wie auch bei mässigem Winde leichte Gegenstände in diesen Ebenen unaufhörlich bewegt werden, zeigt sich in einer Erscheinung, die in Russland unter der Bezeichnung der Steppenläufer bekannt ist und von Baer [89]) in ihren charakteristischen Zügen beschrieben wird. Ein nicht gerade stürmischer Wind hatte sich erhoben, wahrscheinlich um den Temperaturunterschied

zwischen der glühenden Steppe und dem kühleren Wolgathale auszugleichen, und der feine Lehmstaub stieg wirbelförmig in die Höhe und Weite, als der Reisende diese Steppenläufer beobachtete. »Es sind dies sparrige Pflanzen, die beim Absterben völlig trocken geworden sind, die der Wind nun losreisst und vor sich hertreibt, wobei die äussersten Spitzen abbrechen, der Rest aber eine kugelförmige Gestalt erhält und springend auf dem Boden fortrollt. Die athemlose Eile jeder einzelnen Kugel, von denen einige (*Gypsophila paniculata*) Sätze von einigen Klaftern machten, die Gesammtheit dieses zwecklosen Rennens hatte etwas Grauenhaftes, vielleicht weil die Vorstellung dunkel sich regte, als ob die Bewegung von ihnen selbst ausginge. Fühlte man doch keinen Sturmwind, der Alles mit sich fortreissen könnte.« Allein so ganz ohne Bedeutung für die Vegetation ist doch diese Bewegung der durch ihre Dürre leicht gewordenen Körper nicht, weil sie die Wanderung der in den Bruchstücken enthaltenen Samen befördert und die Gewächse an entfernten Standorten wieder ansiedelt. Auch in den afrikanischen Wüsten werden wir ähnliche Bewegungen zu betrachten haben, zu denen der Mannaregen gehört, der schon im biblischen Alterthum als eine seltsame und wohlthätige Naturerscheinung die Aufmerksamkeit auf sich zog.

Vegetationsformen. Unter den Einrichtungen der Organisation, wodurch die Pflanzenformen der Steppe den Bedingungen des Klimas entsprechen, erkennt man theils solche, die den Umfang der Leistungen vereinfachen, so dass diese einer kürzeren Zeit zu ihrem jährlichen Kreislauf bedürfen, theils Hülfsmittel, dem Nachtheil der Sommerdürre zu begegnen und dadurch die Entwickelungsperiode zu verlängern. Von den ersteren wird namentlich bei den Zwiebelgewächsen die Rede sein, zu den letzteren, die weit mannigfaltiger sind und zunächst zu einigen einleitenden Bemerkungen auffordern, gehören die saftreichen Organe der Halophyten, die Bildungen von Haaren und Dornen, sowie die Absonderungen des ätherischen Oels.

Succulente Gewächse, in deren Gewebe der Saft sich anhäuft, so dass der Zufluss durch die Wurzeln längere Zeit hindurch entbehrt werden kann, bekleiden den salzhaltigen Boden des Steppengebiets und gehören zur Chenopodeenform. Ueber die Succulenten soll hier nur im Allgemeinen vorläufig angeführt werden, dass ihre Verdunstung bald durch einen Epidermispanzer beschränkt ist, durch

eine verstärkte Ablagerung fester Substanz an der Aussenfläche der Oberhaut, bald durch die Natriumsalze ihres Safts, die sie wegen ihrer Löslichkeit leicht aus dem Boden aufnehmen. Die letztere Erscheinung hat darin ihren Grund, dass eine Salzlösung langsamer verdunstet als reines Wasser, weil das Salz eine zurückhaltende Anziehung auf das Lösungsmittel ausübt. Willkomm[90], der zuerst die Anwendbarkeit dieses physikalischen Satzes auf das saftreiche Gewebe der Halophyten aussprach, wies den Zusammenhang beider Verhältnisse besonders dadurch nach, dass am Meeresufer nicht selten eigenthümliche Spielarten auftreten, die sich von der gewöhnlichen Organisation ihres Gewebes im Binnenlande durch fleischige Blätter unterscheiden, worunter man eben eine Vermehrung des Saftgehalts versteht, die keineswegs immer von einer verdickten Oberhaut begleitet wird.

Die Haarbekleidung an den ausgewachsenen, der Luft ausgesetzten Organen dient, die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf dieselben zu mässigen und dadurch die Verdunstung zu verlangsamen. Das zusammenhängende Gewebe der Blätter wird durch den Verlust des Wassers, welches sie an die Atmosphäre abgeben, bei mangelndem Ersatz in weit höherem Grade gefährdet als die nur mit einer schmalen Grundfläche befestigten und daher in ihrer von der Saftfülle bedingten Schwellung und Zusammenziehung unbehinderten Haarzellen. Diese letzteren, zunächst von der Sonne getroffen, verdunsten stärker und auf erweiterter Oberfläche: auch dadurch mindern sie die Wärme und Trockenheit in ihrer nächsten Umgebung. Sind sie weich, so können sie sich leichter verkürzen, wenn die Sonne ihnen den flüssigen Inhalt entzieht, wogegen die Zellmembran, wenn sie starrer ist, den Saftverlust durch Verdunstung erträgt und, indem sie sich mit Luft füllt, ihre Gestalt weniger ändert. Unter den Steppenpflanzen ist die Behaarung der Artemisien, deren Oberhaut oft mit einem feinen, seidenartig glänzenden Ueberzuge bekleidet ist, eben dadurch charakteristisch, dass diese Stauden auf dem Salzboden ebenso spät zur Blüthe gelangen wie die Chenopodeen, in deren Gesellschaft sie auftreten.

Auch die Bildung der Dornen beruht auf einer Organisation, die der Verdunstung Widerstand zu leisten strebt, indem sie die Zahl und Grösse der flachen Organe und durch gehemmte Entwickelung den Wasserverbrauch des Gewächses vermindert. Die Dornen sind eben weiter nichts als die auf Kosten des verdunstenden Blattparen-

chyms abgesonderten, steiferen Gewebe der Gefässbündel; sie beschränken die Grösse der Oberfläche, wenn sie am Laube selbst entstehen, oder die Anzahl der Blätter, wenn sie aus Theilen der Axe hervorgehen. Ein dorniges Gewächs würde demnach bei einer gegebenen Anlage der Organisation eine weit grössere verdunstende Fläche besitzen, wenn diese Umbildung der Organe nicht stattfände. Je langsamer es aber verdunstet, desto länger kann es sich im Saftumtrieb erhalten, wenn der Boden dürr zu werden beginnt und der Zufluss aus den Wurzeln nachlässt.

Die ätherischen Oele scheinen ebenfalls beschränkend auf die Abgabe des Wasserdampfs zu wirken, wenn die Vegetationsorgane an diesen aromatischen Bestandtheilen reich sind. Das Oel verdunstet leichter als das Wasser, und umgiebt jedes Blatt mit einer Atmosphäre, die mit wohlriechenden Dämpfen beladen ist. Bekanntlich sind Dämpfe verschiedener Art zwar in einem Raume, der von ihnen gesättigt ist, von einander unabhängig, aber anders verhält es sich mit der Geschwindigkeit ihres Entstehens aus tropfbaren Flüssigkeiten unter Umständen, wo an eine Sättigung nicht gedacht werden kann. Diese Geschwindigkeit wird allerdings verlangsamt, wenn schon ein anderer Dampf, der sich leichter bildet, vorhanden ist. Das ätherische Oel hat die Pflanze als einen Auswurfstoff nur zu entfernen, das Wasser ihres Safts muss sie möglichst zurückhalten, wenn es darauf ankommt, die Dauer der Lebensfunktionen zu verlängern. Von einiger Bedeutung mag auch die Verdunstungskälte sein, die bei dem raschen Uebergange der ätherischen Oele in Dampf entsteht und der durch Insolation erhöhten Wärme der Blätter entgegenwirkt, von deren Maass der Gang der Verdunstung ebenfalls bestimmt wird.

Bei Stauden und Sträuchern werden diese verschiedenartigen Hülfsmittel in vielen Fällen verwendet, um die kurze Vegetationszeit möglichst auszunutzen, aber nur selten genügen sie, die Organisation über die Dürre des Sommers hinaus thätig zu erhalten. Diese Aufgabe wird fast nur bei den Artemisien, bei einigen Polygoneensträuchern und bei den Chenopodeen gelöst, und in dieser letzteren Pflanzengruppe ist hiedurch die Möglichkeit gegeben, im Wachsthum zu Grössenverhältnissen fortzuschreiten, für welche der Frühling zu kurz ist. Im Inneren des Steppengebiets kennt man indessen doch nur ein einziges Beispiel, wo unabhängig von zugänglichen Wasservorräthen baumartiger Wuchs erreicht wird. Hierin liegt das Inter-

esse des Saxaul (*Haloxylon Ammodendron*), einer von den Aral-Gegenden nach Turkestan und bis Persien verbreiteten Chenopodee, die einem grün gefärbten Bündel von Reisern gleicht[91]. Auf der niedrigen Hochfläche des Ustjurt, zwischen dem kaspischen Meere und dem Aral, wird von Basiner ein grosses und ziemlich dichtes Saxaul-Gebüsch beschrieben, in welchem Stämme bis zu 8 Zoll Dicke und von 15—20 Fuss Höhe vorkamen, der einzige Wald in diesen Einöden, aber ein Wald ohne Blätter und ohne Nadeln, wiewohl grün und blühend, eine Nachahmung der Casuarinenform Australiens. Die Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Luft ist hier fast ausschliesslich auf die Rindenschicht cylindrischer Zweige übertragen, die Blattorgane sind nur zu einem Becher verbundene Schüppchen, kürzer als eine Linie, und je kleiner die Berührungsfläche mit der Atmosphäre ist, desto geringer wird die Masse der organischen Verbindungen, die aus ihr hervorgehen. Aber in demselben Maasse vereinfachen sich auch in diesem Falle die Aufgaben des Baumlebens. Statt der Blätter werden nur Blüthen und Früchte erzeugt, und auch das Wachsthum des Holzkörpers ist in engere Schranken eingeschlossen, als man bei irgend einem anderen dikotyledonischen Baume kennt. Es bildet sich nämlich kein gleichmässiger Jahresring rings um den Stamm, sondern nur »wulstförmig herablaufende und sich bisweilen netzartig verbindende Streifen, die sich durch die grünliche, ins Braune spielende Farbe von dem an den Zwischenräumen zu Tage liegenden, älteren Holze unterscheiden.« Diese Holzstreifen rücken nach oben um so dichter zusammen, je dünner die Axentheile werden, so dass sie an den jüngsten Zweigen in geschlossene Cylinder übergehen, ein deutlicher Beweis, dass die Unterdrückung des Laubes das unvollkommene Wachsthum des Holzkörpers bedingt. Das Holz selbst aber ist von ausserordentlicher Härte, das specifische Gewicht übertrifft das des Wassers (1,07); dabei ist die Sprödigkeit so gross, dass man ziemlich dicke Zweige mit der Hand abbrechen kann. Wenn dieser Baum ausgebildete Blätter hätte, bemerkt Basiner, würde jeder Windstoss der Steppenstürme ihn zerbrechen. Man kann hinzufügen, dass der dürre Boden keine belaubte Bäume erträgt, weil der Saft durch die Verdunstung entweichen würde, dass die Blätter, weil sie rudimentär bleiben, wenig Holz erzeugen, und dass dieses um so mehr Festigkeit haben muss, je geringer seine Masse ist.

An den Saxaul reihen sich durch ihre Organisation unmittelbar

die Sträucher der Spartiumform, bei denen die Bildung des Laubes ebenfalls unterdrückt ist. Statt der spanischen Genisteen, denen hier jedoch auch eine monotypische Galegeengattung entspricht (*Eremosparton*), begegnen uns im Steppengebiet einige blattlose Chenopodeensträucher (*Anabasis, Brachylepis*) und namentlich die unter den Polygoneen abgesonderte Gruppe der Calligoneen, die ebenso langsam wie der Saxaul sich entwickeln und daher in den Sandsteppen am Aral sich grün erhalten, wenn die übrige Vegetation längst verschwunden ist, besonders eine Art mit schlanken Zweigen, deren Früchte im Herbst an fadenförmigen Stielen herabhängen (*Pterococcus aphyllus*).

In weit grösserer Mannigfaltigkeit als im Mittelmeergebiet sind in den Steppen die Dornsträucher vertreten. Die Bildung von Dornen gehört an den Stauden des Steppengebiets zwar überall zu den häufigen Erscheinungen, aber sie ist noch allgemeiner in den Hochländern, auf denen gesellige Sträucher von niedrigem Wuchs vorherrschen, die mit stechenden Organen bewaffnet sind. In dem Gesträuch der Sandwüste ist die Blattlosigkeit der Spartiumform, auf dem salzigen Lehmboden die succulente Beschaffenheit der Blätter, auf den Hochebenen und ihren Gebirgen die Form der Dornsträucher überwiegend. Diese letzteren erinnern in dem Hervortreten der Leguminosen an die klimatische Verwandtschaft des Orients mit Spanien, wo solche Dornsträucher ebenfalls häufiger sind als in anderen Ländern am Mittelmeer. Dass die alle Jahrszeiten beherrschende Trockenheit des Plateauklimas zu der Verbreitung der Dornsträucher beitrüge, ist nicht wahrscheinlich, weil sie in Tibet weniger mannigfaltig auftreten als in Persien und Afghanistan, wo das Niveau tiefer liegt und der Frühling feuchter ist. Schon früher haben wir gesehen, dass die Traganthsträucher, welche die bei Weitem artenreichste Reihe unter diesen Gebilden ausmachen, am Mittelmeer vorzugsweise auf alpinen Höhen sporadisch wiederkehren, und es wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass der Winter zu ihrer Vegetation in einer besonderen Beziehung stehe. Wenn der schmelzende Schnee einen geneigten Boden findet, tränkt er die Oberfläche in grösserem Umfange, als wo das gebildete Wasser nur nach dem Untergrunde Abfluss findet. Auf den Gebirgshöhen und in den wellenförmig gebauten Hochländern sind dadurch die Bedingungen zu einer raschen und verhältnissmässig frühzeitigen Entfaltung der Blätter gegeben, das gefiederte, dicht gedrängte Laub der

Traganthsträucher kann sich in kurzer Zeit ausbilden und thätig werden. Die Hochsteppen des Orients von Anatolien bis Afghanistan sind auf diese Weise gebaut, Armenien ragte durch seinen Schneereichthum hervor, und eben diese Gegenden bringen die zahlreichsten Arten von Traganthsträuchern hervor[92]. In Centralasien, von Tibet bis zum Altai und Daurien, wo viel weniger Schnee fällt, sind sie durch die Caraganen vertreten, bei denen die Stengelglieder länger sind, und, indem die Blätter aus einander rücken, auch ein langsamerer Fortschritt der Ernährung anzunehmen ist. In dem Tieflande der kaspischen und Aral-Steppen fehlen sie ebenfalls jenseits des Kaukasus ganz: hier fliehen die Sträucher überhaupt den besseren Boden, fast nur unter den Halophyten kommen sie vor und als blattlose Gebilde werden sie erst in der Wüste vorherrschend, wo die so spärlich gegebene Feuchtigkeit Pflanzenformen fordert, die noch viel langsamer vegetiren, aber sich dafür auch lange frisch erhalten. Bei den Traganthsträuchern ist die Benutzung des vorübergehenden Wasserzuflusses intensiver und dient einer reicheren Fülle von Blüthen, sowie jener starken Gummierzeugung zur Vorbereitung, wodurch sich ihre Rinde erneuert; ihre geringe Grösse, die Folge der Unterdrückung der Stengelglieder, verschafft ihnen den Vortheil der winterlichen Schneedecke. Die übrigen Dornsträucher nähern sich dieser Form des Wachsthums, wenn sie mit der Verbreitung der Traganthsträucher übereinstimmen (*Acantholimon*): in anderen Gegenden ist die Zahl der Arten von dornigen Holzgewächsen gering, aber die Organisation mannigfaltiger. Die Natur gefällt sich, die stechenden Organe an den Sträuchern durch gehemmte Bildungen verschiedenster Art zu erzeugen, bald aus erhärtenden Blattstielen (Traganthsträucher, *Caragana*, *Halimodendron*), bald aus verkümmerten Knospen (*Alhagi*, *Eversmannia*, *Balanites*), oder auch aus der Blattspitze selbst (*Acantholimon*). Einen eigenthümlichen Fall bemerkt man unter den Stauden Afghanistans: indem die Seitentheile eines einfachen Blattes verwesen, bildet sich die Mittelrippe zu einem Dorn aus, in einer Gattung, in welcher solche Formänderungen als etwas ganz Fremdartiges erscheinen (*Draba hystrix*). Bei einem den Rosen verwandten Strauch der Kirgisensteppe (*Hulthemia*) sind, wie bei diesen, die Stacheln nur Auswüchse der Oberhaut, aber doch beschränken sie die Laubentwickelung in dem Grade, dass statt des Fiederblatts nur eine einfache Blattfläche übrig bleibt.

Durch die Dornsträucher ist das Steppengebiet vielfach mit den

Nachbarländern verknüpft, indem dieselben Arten aus einer Flora in die andere übergehen, mit den angrenzenden Küsten des Mittelmeers, wie früher bemerkt wurde, und mit den dürren Landschaften Afrikas und Indiens, mit diesen letzteren besonders durch die Mimoseenform, von welcher einige wenige, aber gesellige Arten von Syrien und Mesopotamien bis zum Kaukasus vorkommen. Die Westgrenze ihrer zusammenhängenden Verbreitung fand Ainsworth [93]) in Anatolien an einem Nebenfluss des Halys in der Nähe von Sinope, wo Mimoseen mit dem Traganth ein fast undurchdringliches Gestrüpp bildeten. Auch bei dieser Pflanzenform entstehen die stechenden Organe auf verschiedene Weise, entweder aus der Oberhaut (*Prosopis Stephaniana*), oder durch die Umbildung von Nebenblättern (*Acacia albida*).

Die Bekleidung der Steppen mit Dornsträuchern verringert ihren Werth als Weideland, aber unter den Säugethieren, welche aus Centralasien abstammen, ist wenigstens dem Kameel die Fähigkeit zu Theil geworden, sie als Futter benutzen zu können (*Alhagi camelorum*). Von den Heerden der Nomaden bleiben auch gerade die häufigsten Steppengräser und manche Stauden unberührt, wenn der Rasen durch die erhärtete Oberhaut zu fest wird (*Stipa*) oder das Laub zu kräftige Dornen trägt (*Cousinia*). Auf den zarteren Gräsern, die sich nur kurze Zeit erhalten, und auf den weichen Stauden, die im Frühling auf das Mannigfaltigste sich darbieten, beruhen die Vorzüge der Grassteppen.

In dem Wachsthum der Stauden lassen sich zwei entgegengezetzte Bildungsrichtungen unterscheiden, die zwar vielfach durch Uebergänge verbunden sind, aber doch auf besondere Seiten des Steppenklimas hinweisen. Um mit erwachendem Frühlinge sogleich in ergiebiger Weise thätig zu sein, entwickelt sich über dem Boden eine Laubrosette: nun bleiben entweder die Stauden niedrig, wenn bald die gedrängten Blüthen nachfolgen, oder der Stengel erreicht eine beträchtliche Höhe, gerade wie in den kontinentalen Klimaten des Waldgebiets, wenn die rasche Steigerung der Wärme auf das Wachsthum der Vegetationsorgane von Einfluss ist. Im ersteren Falle erinnert der Bau an die Analogieen des arktischen und alpinen Klimas. Die kurzen Stengelglieder der Traganthsträucher wiederholen sich oft bei den Stauden der gleichen Gattung (*Astragalus*), und in der Fähigkeit, die Vegetationsorgane auf die verschiedenste Weise dem Steppenklima anzupassen, scheint der Grund von der

unerschöpflichen Mannigfaltigkeit ihrer Arten zu liegen, deren Anzahl wahrscheinlich grösser ist als bei irgend einem anderen Pflanzengeschlecht der Erde [92]). Die hochwüchsigen Stauden der Steppe sind dagegen ein Beweis von dem energischen Wachsthum, welches in einer kurzen Zeit bei angemessener Feuchtigkeit möglich ist: in den Rhabarberstauden (*Rheum*) sehen wir das bekannteste Beispiel, denen sich grosse Doldenpflanzen (*Ferula*), Cynareen (*Echinops*), Euphorbien (*E. agraria*) und andere ebenbürtig anreihen. Auch von ihnen überdauern den Sommer nur wenige (*Artemisia*), bei den meisten sind die kräftigen, sparrig verzweigten Stengel ungeachtet beginnender Verholzung zu dieser Zeit schon abgestorben und liefern in den russischen Steppen das unter dem Namen Burian bekannte Brennmaterial, das einzige, was man auf dem Tschernosem benutzen kann [94]). Von der Ueppigkeit des Wachsthums auf diesem Humusboden giebt es eine Vorstellung, dass Blasius die hier zuweilen angebauten Futtergewächse zu erstaunlichen Grössen, Klee, Luzerne und Esparsette bis zu 15 Fuss, einzelne Hanfstengel zu mehr als 20 Fuss aufgeschossen sah, unter klimatischen Bedingungen, wo, wie der Reisende ausdrücklich hinzufügt, doch weder ein mässiger Strauch noch ein Baum gedeiht. Solchen Erscheinungen, wovon in Westeuropa nichts Aehnliches vorkommt, lassen sich doch die einheimischen Stauden des Steppengebiets nicht an die Seite stellen, am wenigsten auf minder fruchtbarem Boden. Die Frühlingsregen auf Steppen, auf denen kein grösseres Holzgewächs fortkommt, haben in Verbindung mit einer an mineralischen Nährstoffen überaus reichen Erdkrume eine noch grössere Wirkung als die Irrigationen des Lehmbodens von Buchara: in beiden Fällen ist der üppige Wuchs der Vegetationsorgane von der steilen Temperaturkurve abzuleiten, und im ersteren ersetzt der die Feuchtigkeit sammelnde Humus den geringeren Wasserzufluss.

Ein anderer Unterschied von der Vegetation des kurzen, arktischen Sommers besteht in der grossen Anzahl einjähriger Kräuter, die dem hohen Norden fast ganz fehlen, und die in den Steppen besonders unter den Cruciferen und Chenopodeen vorkommen. Wenn auf die Vegetationszeit sogleich Schneefälle mit winterlicher Kälte folgen, würde die Erhaltung solcher Gewächse, falls die Früchte zuvor nicht mehr völlig reifen konnten, unmöglich sein. In dem Steppenklima hingegen bietet der Uebergang zur Dürre nach der Blüthezeit für die vollkommene Ausbildung des Samens die passendsten Bedin-

gungen. Dennoch bleibt hiebei Manches räthselhaft oder doch noch unaufgeklärt. Wenn wir sehen, dass auch einjährige Chenopodeen erst spät im Herbste blühen, so scheinen sie doch ebenfalls durch den Frost gefährdet zu sein. Und unter den Frühlingspflanzen, deren Früchte bis zum nächsten Jahre ruhen müssen, sind im Orient und besonders in Persien die Cruciferen durch Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Bildungen ausgezeichnet, eine Familie, deren Samen wegen des Gehalts an fettem Oel und auch nach angestellten Versuchen [95]) eine längere Dauer der Keimkraft abgesprochen wird. Indessen beziehen sich diese Versuche nur auf wenige Arten und, nach den angebauten Oelcruciferen zu schliessen, scheint das fette Oel in dieser Familie weniger leicht als in anderen Fällen zersetzbar zu sein.

Als Heimath von Antilopen und anderen grossen Wiederkäuern, sowie von den Hufthieren, wurden die Steppen von der Natur schon zu Weideländern bestimmt. Die Gramineen, auf welche die Heerden zunächst angewiesen sind, unterscheiden sich von denen der Nachbarländer nicht so sehr durch ihre Formen als durch deren Anordnung. An Nahrungswerth stehen sie denen des Waldgebiets dadurch nach, dass die besseren Gräser zurücktreten, die herrschenden, früh in Aehren schiessend, dann verdorrend, im Sommer statt nahrhaften Heus nur gelbliches Stroh zurücklassen. Die Grösse des Raums, den sie doch nur sehr unvollständig bekleiden, muss den weidenden Thieren die Armuth des Ertrags ersetzen. Unter den rasenbildenden Grasformen der gemässigten Zone weichen die Steppengräser durch starre, oft eingerollte Blätter von den flacher gebauten und biegsameren der Wiesen des Waldgebiets ab. Zum Theil von ansehnlicher Grösse, bilden sie einen hohen Rasen und werden dann in Südrussland Thyrsa genannt (*Stipa*). Weder als Weide kann die Thyrsa benutzt noch mit Vortheil gemäht werden [96]), weil die harten Blattspitzen und Grannen das Vieh beschädigen und ihr Futterwerth zu gering ist, daher man sie am liebsten wegbrennt, wodurch aber auch wieder die humose Erdkrume leidet. Dass der Rasen sich bald in ein so wenig nutzbares Stroh verwandelt, hat darin seinen Grund, dass die Eiweissstoffe der Blätter zur Zeit der Körnerreife in den Samen übergehen, um hier, wie bei dem Getraide, für eine neue Generation aufgespart zu werden. Die Thyrsa entspricht in der Art ihres Vorkommens dem Espartograse Spaniens, aber die Arten, aus denen sie besteht [96]), finden sich sporadisch auch noch im östlichen

Deutschland an trockenen Standorten und auf magerem Erdreich. Der kurze und feine Rasen, der, unter die Thyrsa gemischt, das wichtigste Erzeugniss der Grassteppen ist, besteht ebenfalls meist aus Arten des grössten Wohngebiets, die aber auch im westlichen Europa nicht zu den eigentlichen Wiesengräsern zu rechnen sind, sondern eine dürre Beschaffenheit des Bodens anzeigen. Das beste Gras der russischen Steppen (*Festuca ovina*) ist in den bewaldeten Gegenden Europas verhältnissmässig werthlos, wo die Natur für die Bedürfnisse thierischer Ernährung so viel reichlicher gesorgt hat.

Auch die Grasformen, die keinen Rasen bilden, sind in ihrem Bau nicht eigenthümlich, sondern nur in ihrer Verbreitungsweise. Die einjährigen Gräser Südeuropas nehmen ab: nur in den wärmeren Gegenden, wie in Mesopotamien, haben sie eine grössere Bedeutung. Die Rohrgräser (*Arundo Phragmites*) hingegen bedecken überall grosse Räume, wo das Gefälle der Ströme sich vermindert, oder wo der Boden an ihren Ufern überschwemmt und sumpfig wird. Ob das Wasser süss oder salzig sei, macht hierin keinen Unterschied. Derselbe hohe, weithin ausgedehnte Schilfgürtel, wo wilde Eber und unzählige Wasservögel hausen, begleitet die Flüsse und umgiebt die Seen der kaspischen und Aral-Niederung bis zum Balkasch. Am Syr-Darja erreicht dieses undurchdringliche Schilf zuweilen eine Höhe von mehr als 20 Fuss, und dient noch in dieser Breite (45°), da wo der Strom aus Kokand in die Kirgisensteppe übergeht, dem Tiger zum Versteck.

So sehr auch die Steppen dem Mittelmeergebiet an Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen nachstehen, so treten doch diejenigen, welche die Verwandschaft des Klimas zulässt, hier um so mehr in den Vordergrund der Landschaft, vor allen übrigen bedeutsam die Zwiebelgewächse. Beim ersten Erwachen des Frühlings bekleidet sich die Gegend von Orenburg mit Tulpen, in den kaspischen Steppen überdecken sie einen Theil des Aprils hindurch streckenweise den Boden vollständig mit ihrem bunten Blüthenschmuck[97]; andere Liliaceen und Iris-Arten wachsen häufig in ihrer Gesellschaft. Die Entwickelung der Tulpenzwiebel ist gleichsam ein Symbol für intensive Benutzung der Zeit, für die Sicherung des Fortbestandes und der periodischen Wiederbelebung organischer Naturkräfte im Kampfe mit dem Klima. So lange die Blätter sich mit Wasser versorgen können, arbeiten sie an der Ausstattung der Zwiebel mit Nährstoffen; in demselben Maasse als die Ablagerungen des vorhergehenden Jahrs

zur Entfaltung der Blüthen, zur Reife des Samens und zur Ausbildung neuer Blätter verwendet werden, wobei von den alten Organen nur die häutigen Aussenschalen übrig bleiben, hat im Inneren derselben wieder eine verjüngte Masse von Nahrungsspeichern für das kommende Frühjahr den Raum der verbrauchten Stoffe eingenommen und kann nun den langen Sommer und Winter hindurch in Ruhe ausharren, bis die Lebensreize den Bildungstrieb aufs Neue in Bewegung setzen. So bietet die Zwiebel der Tulpe zu jeder Zeit denselben Umfang, dieselbe äussere Erscheinung, aber nur scheinbar denselben Bau, ein Bild unveränderlicher Fortdauer, und doch während des Frühlings in steten Wandlungen begriffen, wie alles Leben mit einem stillen Strome vergleichbar, dessen Gewässer zu ruhen scheinen, während sie stetig, unaufhaltsam an uns vorübergleiten. Einige Liliaceen und die meisten Iris-Arten unterscheiden sich dadurch, dass sie ihre Nährstoffe in einem Wurzelstocke niederlegen, sind aber doch in ihrer jährlichen Erscheinungsweise den Zwiebelgewächsen sehr ähnlich, da die unterirdischen Organe, so sehr sie in ihrer Form abweichen, in ihrem Verhältniss zum Leben der Pflanze wesentlich übereinstimmen. Für alle diese Gewächse erscheint selbst die kurze Dauer des Steppenfrühlings noch wie ein Uebermaass, von dem sie nur eine Zeitspanne von wenig Tagen zum längst vorbereiteten Wachsthum jener durch Farbenschmuck und Grösse auffallendsten Gebilde in Anspruch nehmen, von denen die Befruchtung abhängt, und die in ihrer eigenartigen Form doch so einfach gebaut sind.

Im Steppengebiet vertheilen sich nicht bloss die Formationen der Vegetation, sondern auch die Pflanzenformen bestimmter als anderswo nach den Einflüssen des Bodens. In noch höherem Grade als bei der Vergleichung der Steppen und Wüsten zeigt sich dies bei den Halophyten, den Erzeugnissen der natriumhaltigen Erdkrumen, auf welche die Formen der Chenopodeen und Tamarisken grösstentheils beschränkt sind. Die Chenopodeen sind es vorzüglich, denen die Salzsteppe ihren höchst eigenthümlichen Vegetationscharakter verdankt. Zu den Halophyten gehören auch gewisse Stauden und Kräuter anderer Form und aus anderen Familien, aber so bestimmt an den Salzgehalt des Bodens gebunden, wie die Chenopodeen, sind wenige. Selbst diejenigen Arten, die vom Natrium unabhängig sind und als Erzeugnisse des Kulturlandes den menschlichen Wohnstätten folgen, finden sich da in grösserer Häufigkeit, wo salpetersaure und

Kalisalze abgelagert sind. Unter den übrigen Halophyten kommen in der Songarei viele Cruciferen vor, in anderen Gegenden ist diese Familie auf salzfreiem Boden häufiger vertreten; auch die Artemisien sind nicht auf die Salzsteppe beschränkt.

Unter den succulenten Gewächsen ist die Chenopodeenform dadurch bezeichnet, dass der Saft in den Blättern zurückgehalten wird, ohne dass ihre Oberhaut wesentlich dazu mitwirkt. Fälle, wo, wie bei der Cactusform, die succulenten Axenorgane für die Blätter eintreten, kommen in den Steppen nur vereinzelt vor (Salicornieen). Ein Vorrath von leicht löslichen Salzen im Boden hat auf der ganzen Erde das Auftreten der Chenopodeenform zur Folge. Sie giebt den treffendsten Beweis, dass nicht allein, wie Thurman behauptete, die physischen Eigenschaften des Substrats und dessen Feuchtigkeit, sondern auch die chemischen Bestandtheile desselben das Vorkommen der Pflanzen bedingen. Fast überall gedeihen Chenopodeen am Meeresufer, sowie auf dem salzhaltigen Boden aller Erdtheile. Allein das Steppengebiet der alten Welt ist bei Weitem am reichsten mit ihnen ausgestattet, hier erreicht die Familie die höchste Mannigfaltigkeit des Baus, und zwar sowohl in den Blüthen und Früchten wie in den Vegetationsorganen. Was die Cacteen für Amerika sind, das wird hier durch die Chenopodeen geleistet, ein unerschöpfliches Feld wird systematischen Studien geboten. Von einer Menge einjähriger Arten und Gattungen begleitet, wird die Vegetation der Salzsteppe durch das gesellige Wachsthum der Strauchformen, der Salsoleen und Suaeden zum eigenartigsten Bilde in der Physiognomie der Steppenlandschaft. Ihre Zweige sind gewöhnlich von gedrängten Blättern verdeckt, die bald zu mässigen Cylindern auswachsen, bald zu fleischigen Warzen von geringer Grösse verkürzt sind. Durch eine ähnliche Belaubung reihen sich an diese Chenopodeen die Zygophylleen, die auch bei einigen Arten und namentlich bei Nitraria einen holzigen Stamm besitzen. Das frische Grün, welches um so lebhafter hervorschimmert, je zarter und geglätteter die Oberhaut der Chenopodeenform gebildet ist, geht sodann mit der Saftfülle bei dem Tamariskengesträuch verloren, welches zuweilen eine ungewöhnliche Höhe erreicht [10—25 Fuss][9], und dessen einförmige Bildung an dem glaucescirenden, glanzlosen Farbentone leicht erkannt wird, der den die Verzweigungen bedeckenden Blattschuppen eigen ist. Bei einer von der Sahara aus bis Persien verbreiteten Art (*Tamarix articulata*) verkümmern auch diese kleinen Schuppen, wo-

durch ein Uebergang zum Saxaul und zur Casuarinenform vermittelt wird. In einem anderen Falle ist eine Tamariscinee hingegen mit den Blättern der Chenopodeenform belaubt und bildet zu diesen eine Mittelstufe (*Reaumuria*).

Allen diesen Halophyten kommt die grössere Feuchtigkeit des thonreichen Bodens zu Statten, um ihre Vegetationsperiode zu verlängern: hiedurch werden die Bedingungen des Vorkommens der Tamarisken an den Flussufern denen der Salzsteppen ähnlicher. Nicht selten werden von den Reisenden die von Halophyten bewachsenen Strecken selbst in den Wüsten als Salzmoräste dargestellt: die dauernde Erhaltung des Salzes an ihrer Oberfläche ist ja eben die Folge davon, dass der Boden das Wasser zurückhält, dass es nicht durch die Flüsse entfernt werden kann. Die Anhäufung der Natriumsalze in den Steppen ist eine allgemeine und ursprüngliche Erscheinung, die man, wie den Salzgehalt des Meers, daraus erklären kann, dass diese Stoffe keine unlösliche Verbindungen bilden und sich da ansammeln, wo das Wasser, welches sie ausgelaugt hatte, keinen Abfluss hat. In Tibet giebt es Landseen, die nach Muschelresten an ihren Ufern ehemals, als sie mit Flüssen in Verbindung standen, süsses Wasser enthielten, und die später salzig geworden sind, nachdem ihr Abfluss durch Niveauänderungen des Bodens gehemmt worden war. Aber die grossen Ebenen des Steppengebiets haben wir bereits als einen trocken gelegten Meeresgrund zu betrachten gelernt, wo das Wasser verdunstend die Natriumsalze zurückliess. In der Folge haben sie sich dann vollständig wieder verloren, wo die atmosphärischen Niederschläge sie auflösten und den Flüssen zuführen konnten; sie haben sich erhalten, wo dies nicht möglich war. Die Vegetation der Steppen hat sich zu den heutigen Formationen erst geschieden, nachdem diese Sonderung des salzfreien und natriumhaltigen Bodens eingetreten war, sie liefert den Beweis ihrer späten Entstehung durch das Erdreich, auf dem sie allein bestehen konnte.

Einige Pflanzenformen der Steppen, die nur von den Nachbarfloren aus sie berühren oder in ihrer Verbreitung weniger allgemein sind, wurden schon früher erwähnt. Es gehören dahin die Lichenen auf dem nackten Boden der Sandsteppe, die Oschurgebüsche am todten Meer, die Zwergpalmen Beludschistans und die von den Arabern in die südlichen Landschaften eingeführten Dattelpalmen. Endlich ist noch das Gesträuch an der nördlichen Steppengrenze (z. B. *Cytisus*, *Spiraea*), und es sind die Baumformen an den Flussufern

und auf den Gebirgen zu erwähnen, die sämmtlich aus dem Waldgebiete nur da in die Steppen eindringen, wo die Einflüsse des Klimas verändert und durch Wasserzuflüsse aufgehoben sind.

Vegetationsformationen. Die genausten und umfassendsten Schilderungen der Steppenvegetation besitzen wir in der Literatur über Südrussland und das kaspische Tiefland. Diese Gegenden werde ich daher jetzt vorzugsweise berücksichtigen, nachdem die unterscheidenden Züge in der Physiognomie der Plateauländer, die doch Stoff genug zu einem gemeinsamen Bilde übrig lassen, schon bei ihrer klimatischen Charakteristik berührt wurden. Man hat Gras-, Lehm-, Sand- und Salzsteppen unterschieden, denen Baer [98]) noch die Felssteppe als besonderes Glied hinzufügt. Die Uebergänge indessen, welche die letztere mit der Sandsteppe und Wüste verbinden, sowie die nahen Beziehungen, die zwischen dem Lehmboden und den Ablagerungen der Salze bestehen, lassen eine einfachere Eintheilung wünschenswerth erscheinen. Ich bleibe daher bei den drei Formationen der Gras-, Sand- und Salzsteppe stehen, die durch ihre Vegetation am meisten von einander abweichen. Die Grassteppe, in erweitertem Sinne aufgefasst, ist nicht immer durch den hohen Graswuchs der Thyrsa ausgezeichnet, sondern sie umfasst überhaupt die Strecken, wo der Boden seinen Salzgehalt verloren und die Vegetation so viel Humus abgelagert hat, dass die Feuchtigkeit nach dem Schmelzen des Schnees oder nach erfolgten Niederschlägen nicht sogleich wieder den Erdschichten an der Oberfläche entzogen wird, so dass, auch wenn Gestrüpp sie bedeckt, doch auch zartere Gewächse zur Weide geboten sind. Die Sandsteppe, die des Humus fast ganz entbehrt und die Feuchtigkeit zum Grundwasser abfliessen lässt, daher auch die Natriumsalze ebenso wenig wie die erstere Formation bewahrt hat, geht je nach der Reinheit der Kieselerde, aus welcher sie besteht, oder je nachdem anstehende Gesteine auftreten und diese leichter oder schwerer verwittern, in die Wüstenbildungen über, die bald von beweglichen Dünen bedeckt, bald von feinergekörnten Erdkrumen entblösst sind, indem die Oberfläche aus dem nackten Felsboden selbst oder aus Geröllen gebildet wird. Die Salzsteppe endlich, welche die Natriumverbindungen in grösserer oder geringerer Menge dem Boden beigemengt enthält, und deren Feuchtigkeit, von dem Thongehalt der Erdkrume abhängig, nur durch Verdunstung verloren geht, oder in anderen Fällen sich längere Zeit erhalten kann, begreift auch die unfruchtbaren Ablagerungen des

Lehms in Turkestan, die in Ermangelung hinlänglicher Vegetation keinen Humus erzeugen, aber doch vereinzelter Halophyten nicht ganz entbehren. Auch die Salzsteppe wird, wenn sie sich über grosse Räume ausdehnt, zur Wüste, weil ihr Wasser nicht trinkbar ist und ihre Vegetation zur Weide nicht dienen kann, und auch sie besteht zuweilen aus anstehendem, unverwittertem Gestein, wenn dasselbe die Feuchtigkeit zurückhält. Die Weideländer der Nomaden beschränken sich demnach auf die Grassteppen, und auf dem besseren Theil der Sandsteppen finden die Heerden auch noch einige Nahrung.

Die Grassteppe unterscheidet sich da, wo die rasenbildenden Gramineen vorherrschen, von den Wiesen des Nordens dadurch, dass der Rasen die Oberfläche des Bodens niemals vollständig bedeckt. Im Gouvernement Taurien findet man von den Ufern des Dnjepr bis dicht an die Gärten von Simferopol nirgends grünenden Rasen von einiger Ausdehnung [99]). Die Gräser wachsen nur fleckweise und nur auf einem Drittheile der Gesammtfläche: das Uebrige bekleidet sich nur im Frühlinge mit zarten Kräutern, die bald versengt einen todten Boden zurücklassen. Man besitzt Planzeichnungen von Corniess [100]) aus den südrussischen Steppen, auf denen das geometrische Verhältniss des dauernd bewachsenen und nackten Erdreichs nach der Natur eingetragen ist, sowie die verschiedenen Pflanzenarten in den einzelnen Rasen durch das Kolorit bezeichnet sind. Es ergiebt sich aus dieser Darstellung, dass die Güte der Steppenweide von den Grasarten abhängt, welche vorkommen, und es lässt sich aus ihrer, sowie aus der Stauden ungleichmässiger Vertheilung auf feine Unterschiede in der Bodenmischung schliessen. Ferner kommt in Betracht, dass auf dem schlechtesten Steppenlande die Stauden sich verlieren und der Thyrsa Platz machen, die zur Weide kaum benutzt werden kann: dagegen scheint das Raumverhältniss der Rasen zu den nackten Zwischenräumen überall ziemlich dasselbe zu sein. Man unterscheidet drei Grade des Bodenwerths, die sich nach dem Gewichte des gewonnenen Heus ungefähr wie $1 : {}^1/_3 : {}^1/_6$ verhalten, und die als ergiebigstes, mittleres und schlechtestes Steppenland bezeichnet werden. Auf dem ersteren herrschen die zarteren Gräser vor (*Festuca ovina*) und kleinere, nahrhafte Stauden sind häufig (z. B. *Medicago falcata*, *Thymus*). Auf dem Boden mittlerer Güte wird die Thyrsa zahlreicher und drängt den feineren Rasen zurück, die Stauden verschwinden, sind aber doch noch stellenweise

vorhanden, und einige bessere Gräser (*Triticum*) gedeihen in ziemlicher Menge. Der Boden dritter Klasse erzeugt fast nur Thyrsa, und die wenigen Stauden, welche übrig sind, werden als Futterkräuter wenig Werth haben. Aber auch auf dem ergiebigsten Steppenlande sind die Zwischenräume nackten Erdreichs so gross, die Gräser so gering im Ertrage, dass die besten Schläge in den fruchtbarsten Jahren nach dem deutschen Bonitirungssystem der untersten Klasse der einschürigen Wiesen entsprechen, welche Thaer mit dem Prädikat »ganz schlecht« belegt (60 Pud Heu oder etwa 20 Centner auf die Desjätine).

In den nackten Zwischenräumen des Rasens der russischen Grassteppe sprossen, wie gesagt, nur im ersten Frühjahr einige Gewächse, die bald wieder in Staub zerfallen und neun Monate lang den Boden völlig kahl zurücklassen. Auch bei den übrigen, den den Rasen selbst bildenden Steppenpflanzen, dauert die Vegetationszeit nur drei Monate, etwa von der Mitte des April bis Mitte Juli, aber der ausgedörrte Rasen kann doch auch in den übrigen Jahrszeiten, so lange derselbe nicht mit Schnee bedeckt ist, zur Weide dienen. Allein weit günstiger als in diesen flachen Landschaften sind die Bedingungen der Viehzucht in den Hochsteppen, wo zwar die Dornsträucher den Werth des Bodens verringern, aber die alpinen Matten der Gebirge und die Wiesen an ihren Gewässern einen Wechsel der trefflichsten Weidegründe nach den Jahrszeiten gestatten. Was liesse sich in dem kaspischen Tieflande den Alpentriften am armenischen Alages oder jener üppigen Grasebene an die Seite stellen, die unmittelbar am Nordrande der persischen Salzwüste beginnt und, zu dem Fusse des Elborus sich hinziehend, von dessen Gebirgswasser berieselt wird [101]?

Wie sehr die Vegetation der russisehen Grassteppe von dem Wasserzufluss aus den atmosphärischen Niederschlägen abhängt, erkennt man daran, dass die oberflächlichen Erdschichten in den Sommermonaten vollständig austrocknen. Dann bilden sich zwischen den Rasenflecken Risse im Boden, und alle Gewächse sterben ab. Aber auch die Ungleichheiten der Niederschläge in verschiedenen Jahren bewirken grosse Unterschiede in der Höhe des Graswuchses; diese klimatischen Unregelmässigkeiten sind weit erheblicher als im westlichen Europa. Es kommen im Gouvernement Taurien Jahrgänge vor, wo es weder regnet noch schneit. Teetzmann [96] erlebte eine Dürre von 20 Monaten (1832 und 1833), in denen kein Tropfen,

keine Flocke zu Boden fiel; in anderen Jahren verminderte sich die Menge des Niederschlags auf weniger als ein Zehntel des Betrages von nassen Perioden (wie des J. 1838). Durch die Nässe, die den Boden zu sehr aufweicht, leiden die Versuche des Ackerbaus noch mehr als durch die Dürre, aber in solchen Zeiten wachsen alle Steppengewächse in ausserordentlicher Ueppigkeit und reifen, was übrigens bei den mehrjährigen nicht gewöhnlich, ihre Samen. In jenen Jahren der Dürre war kein Grashalm höher als bis zum Fussknöchel gewachsen, zu anderen Zeiten (1837—39) reichte ungefähr die Hälfte der Rasen bis an die Wade, die übrigen bis an den Leib: der Unterschied im Ertrage mochte im letzteren Falle auf das Sechsfache geschätzt werden. Allein die Vortheile nasser Jahrgänge sind auch in Bezug auf die Güte des Weidegrundes vielmehr scheinbare als wirkliche, da die Thyrsa, die weder durch Dürre noch durch Frost völlig zu Grunde geht, um so weniger nutzbar ist, je höher sie aufschiesst.

Auch die Mannigfaltigkeit [100]) der Steppengräser ist mit der der nordischen Wiesen gar nicht zu vergleichen. Auf den Corniess'schen Plänen sind nur sieben Gräser verzeichnet, und die Stauden, deren bunter Wechsel doch auf einem kleinen Raume der Steppenflora leicht eine Ausbeute von mehreren Hundert Arten bietet, sind ebenfalls anders wie auf den Wiesen vertheilt, wo die einzelnen gewöhnlich in reichlicher Menge auftreten. Teetzman gab ein Verzeichniss von 250 Pflanzen, deren Vorkommen er auf einem Gute der nogaischen Steppe untersuchte, und er bemerkt, dass die meisten so selten seien, dass die Zahl der Individuen, wenn sie bei dem vorherrschenden Thyrsagrase (*Stipa capillata*) 5 Millionen betrüge, nur bei 18 Arten über 10000 und bei 33 anderen über 100 steigen würde.

Auf die Vertheilung der Pflanzen in der Grassteppe hat die Beschaffenheit der oberflächlichen Erdkrumen weniger Einfluss als man denken sollte. Die Stellung des Grundwassers, die von den tiefer liegenden Schichten abhängt, ist von grösserer Bedeutung als der Wechsel von Sand und Thon oder die oft nur unbedeutende Humusablagerung an der Oberfläche. Auf reinem Sandboden sah Baer [98]) in der Steppe am Eltonsee wilden Hanf sechs Fuss und höher aufgeschossen: wie wäre ein solches Wachsthum möglich, wenn nicht in der Tiefe thonreichere Bodenschichten lägen, die die Feuchtigkeit aus dem Sande abzufliessen hinderten und dadurch die Wirkung der Niederschläge erhöhten? Der Boden der Steppe von Tau-

rien [96]) ruht in der That allgemein auf einem tiefen Thonlager, welches die Feuchtigkeit, aber doch nur in einem geringen Grade, zurückhält, indem eine grosse Schwierigkeit besteht, trinkbares Wasser zu bekommen und die Heerden zu tränken. Bei jeder neuen Ansiedelung ist die Anlage von Brunnen nothwendig, die oft eine Tiefe von mehr als hundert Fuss haben und daher schwer zu benutzen sind. Ueber jenem Thonlager liegt hier nur eine schwache und ebenfalls thonreiche Humusdecke, die höchstens 16 Zoll stark ist. Durch einen grösseren Thongehalt in den oberflächlichen Erdschichten ist eben auch die doch viel magere Vegetation der westlichen Kirgisensteppe charakterisirt, wo die Thyrsa schwindet, Triticeen ihren Platz einnehmen und viele der grösseren, südrussischen Stauden fehlen [102]). Aus der ungleichen Beschaffenheit des Untergrundes ist eine Erklärung solcher Verschiedenheiten zu erwarten. Sodann ist aber auch das Relief der Grassteppe von grossem Einfluss auf die Vegetation: der geringe Schutz, den Terrainwellen gegen die Stürme gewähren, fördert die Mannigfaltigkeit der Arten und lässt der Energie ihres Wachsthums freieren Spielraum, während zugleich durch den Zufluss des Wassers an der Oberfläche des geneigten Bodens die tiefer gelegenen Standorte an Feuchtigkeit gewinnen. Wo die Steppe nur etwas wellig gebaut war, sah Baer [98]) sie reicher mit Thyrsa bewachsen und um so dichter begrast, je deutlicher die Spuren des von mehreren Seiten zufliessenden Wassers zu erkennen waren. Auf dürrem Flugsande gedieh kein Thyrsarasen, aber ein sandiger Boden, der durch Feuchtigkeit einigermaassen gebunden war, erzeugte eine Gramineenvegetation, die der Reisende als »ein wogendes Stipafeld« beschreibt.

Die Sandsteppe unterscheidet sich dadurch von der Grassteppe, dass mit der Feuchtigkeit der oberflächlichen Erdschichten der Gramineenrasen verschwindet und die Stauden und Kräuter den Strauchformen ganz untergeordnet sind. In Khorasan und selbst in der Wüste Karakum am Aralsee sind die Sandstrecken mit Calligoneen und ähnlichem nackten Gestrüpp dicht bewachsen [102]). Diese Gegenden, so ungleich in ihrem Niveau, stehen doch insofern unter ähnlichen physischen Bedingungen, als die Dürre dieselbe ist, mögen nun zusammenhängende Gesteine, oder gröbere Gerölle oder auch feinere Sandmassen an der Oberfläche liegen, so dass von der Felssteppe bis zu den beweglichen Dünenbildungen die verschiedensten Uebergänge vorkommen können. Wie die Formen der Steppen-

sträucher von der Art der Bewässerung des Bodens und des Untergrundes abhängig waren, so auch ihre Vertheilung. Die Traganthsträucher der Hochsteppen wachsen gesellig, ihre belaubten Aeste dicht unter einander verwoben, oft bilden sie ein dichtes und, wenn auch niedriges, doch wegen der überall hervorragenden Dornen fast unbeschreitbares Gestrüpp. Das Tiefland hingegen ist überall zugänglich, zwischen den mageren Verzweigungen der Spartiumform ist der gelbliche, humusfreie Boden sichtbar, und, indem die Sträucher sich vereinzeln oder nur gruppenweise verbunden sind, je nachdem die Feuchtigkeit hier sie zu nähren ausreicht und dort versiegend sie nicht aufkommen lässt, verwandeln sich die Sandsteppen in unbewohnbare Wüste. In anderen Gegenden sind sie nicht ohne Graswuchs, und an die Stelle des Gestrüpps treten dornige Halbsträucher (*Alhagi*): so werden sie durch Uebergänge mit den Grassteppen vermittelt. Der Unterschied beruht überhaupt nur zum Theil auf den Pflanzenformen: auch die Dichtigkeit der Vegetation ist von Einfluss darauf, wie viel Humus abgelagert wird, und diese ist bei manchen Dornsträuchern weit grösser als die der Gramineen und Stauden in der Grassteppe.

Wo in den Sandsteppen und Wüsten der Thongehalt des Bodens zunimmt, wechseln sie, sobald das Wasser denselben nicht völlig aussüssen konnte, mit den Halophyten der salzführenden Erdkrumen. Oft sind die Dünenwellen des Flugsandes von Thälern gefurcht, wo die Feuchtigkeit sich in Morästen sammelt, deren Vegetation mit der der Salzsteppe übereinstimmt, und ebenso findet man in dieser zuweilen kleine Oasen von gutem Graswuchs an Orten, wo an der Oberfläche das Salz entfernt worden ist. Die Salzsteppe lässt je nach ihrer Feuchtigkeit und nach der Menge des Salzes eine Reihe von Formationen unterscheiden. Der dürre Boden geneigter Abhänge, die ebene Lehmsteppe, die anstehenden Gesteine und die feuchteren Standorte üben ihren Einfluss auf die Anordnung der Halophyten. Das Gemeinsame aller dieser Formationen aber besteht in dem Vorwalten der Chenopodeen und Artemisien und darin, dass diese Gewächse sich den Sommer hindurch frisch erhalten und erst in den Herbst die Zeit ihrer Befruchtung fällt.

Von der Halophytenvegetation geneigter Berg- und Hügelgehänge giebt die Abdachung des Kohrud im Süden der persischen Salzwüste ein Beispiel [101]), wo dieselbe mit der der Sandsteppen sich vermischt. In den Thälern gräbt man Brunnen, deren Wasser

wenigstens für die Lastthiere trinkbar ist, und hier wachsen neben den geselligen Salsoleensträuchern, namentlich einer besonderen Form des Saxaul (Togh) zugleich auch Calligoneen, und der Graswuchs ist nicht ganz ausgeschlossen. Die kahlen, felsigen Bergabhänge besitzen eine Pistacie und verschiedene, meist dornige Sträucher mit schmalen Blättern (*Amygdalus scoparia, Gymnocarpum*): hier wird das Salz sich nicht erhalten haben.

Dürre Lehmsteppen finden sich schon in den Wolgagegenden, sie werden sodann in den Umgebungen des Aralsees, auf dem Plateau des Ustjurt und gegen Buchara hin zu nackten, oft völlig pflanzenlosen Wüsten. Da der Salzgehalt ihres ebenen Bodens gewöhnlich nicht beträchtlich ist, so sind die Chenopodeen hier weniger mannigfaltig, und da die Oberfläche in den glühenden Sonnenstrahlen frühzeitig ihre Feuchtigkeit verliert, so vereinzeln sich die wenigen Pflanzen. Den Thon- und Lehmboden kann Verdunstung ebenso dürr machen, wie den Flugsand der unterirdische Abfluss, aber die Vegetation selbst, sofern sie Schatten wirft oder Humus bildet, wirkt in entgegengesetztem Sinne. Von holzigen Salsoleen findet man in den südlicher gelegenen Lehmsteppen (bis 48° N. B.) oft nur den Saxaul, der als Baum oder Strauch immer einigen Salzgehalt anzeigt und in der Dürre gewöhnlich zu niedrigem Gestrüpp verkümmert; die einjährigen Chenopodeen sind häufiger (*Kochia*) und werden von Artemisien und einigen wenigen anderen Stauden begleitet (*Euphorbia*). Nirgends, sagt Baer [98]) von einer solchen Steppe an der Wolga, also ausserhalb des Saxaul-Bereichs, liess sich ein freundliches Grün erblicken, nur hier und da ein von Behaarung der Blätter grauer Farbenton, während der feuerfarbene Boden von der Sonnengluth gleichsam entbrannt erschien. Auch Borsczow [102]) bezeichnet die Einförmigkeit, das todte Aussehen der Landschaft südlich von Irgis als etwas Unbeschreibliches. Die Terrassen, zu welchen sie sich erhebt, entbehrten an vielen Orten entweder jeder Vegetation, oder waren auf unübersehbaren Strecken mit einer düsteren Artemisie (*A. fragrans*) bedeckt, zu welcher sich hier und da kärgliche, fusshohe Saxaulsträucher und noch ein paar andere Salsoleen gesellten.

Ein ähnliches Bild der Oede bietet die Steppe auf der Halbinsel Mangischlak [98]) an der kaspischen Abdachung des Ustjurt, unter deren spärlichen Halophytenvegetation nur eine einzige blattlose Chenopodee (*Anabasis aphylla*) im Sommer grün ist, wo aber

doch im Frühling vereinzelte Gräser zum Vorschein kommen, ohne dass die todte Färbung des Bodens dadurch belebter würde.

Mit zunehmender Feuchtigkeit des Bodens, die hier, vom Abfluss unabhängig, auf dem Verhältniss der Niederschläge zur Verdunstung an Ort und Stelle beruht, vereinigen sich die Halophyten zu der Formation der geselligen Salsoleensträucher und Tamarisken. Wächst zugleich der Salzgehalt, so erreichen die Chenopodeen die grösste Mannigfaltigkeit, die einjährigen Formen wachsen an der Seite der holzigen, und mit den Artemisien verbinden sich die schönen Laubrosetten der Staticen. So gehen diese Bildungen, je mehr das Wasser sich sammelt, in die eigentlichen Salzmoräste über, denen auch die Rohrgräser nicht fremd sind, die zuletzt an den Ufern der grossen Binnenmeere die Halophyten ganz oder theilweise verdrängen.

Von den fremdartigen Formationen der Steppenflora, welche die Befeuchtung des Bodens während des Sommers hervorruft, ist schliesslich noch zu erwähnen, dass sie ebenso wenig in ihrer Anordnung wie in ihren Formen von denen des Waldgebiets zu unterscheiden sind. Die leichten Hölzer, welche die Uferwaldung bilden, bestehen hauptsächlich aus Weiden und Pappeln, und unter den letzteren treten in Asien mehrere eigenthümliche Arten auf (*Populus euphratica* und *pruinosa*). Aber nur selten sind, wie in Hochturkestan, die Ufer der Flüsse von breiten Streifen hochstämmigen Waldes umsäumt. Die strauchförmigen Weiden und die Rohrgräser eignen sich besser für das Ueberschwemmungsbereich auf ebenem Boden, die Bäume entsprechen dem stärkeren Gefälle in der Nachbarschaft der Gebirge, zu deren Waldregionen wir nun übergehen.

Regionen. Die Einflüsse des Steppenklimas auf die Höhengrenzen der Vegetation werden am deutlichsten erkannt, wenn man sie mit denen der Pyrenäen vergleicht, die mit dem Kaukasus und dem Thianschan unter gleicher Breite liegen. Die durch den wolkenlosen Sommer erhöhte Insolation und die Abnahme der Niederschläge im Inneren des Kontinents wirken auf die Schneelinie in entsprechendem Grade elevirend, nicht aber oder kaum bemerkbar auf die obere Höhengrenze der Wälder. Die Schneelinie liegt am Kaukasus 2400, am nördlichen Abhange des Thianschan über 3000 Fuss höher als in den Centralpyrenäen. Die höchste Elevation der Schneegrenze ist in der mittleren oder Karakorum-Kette des Himalaja [103]) nachgewiesen, wo dieselbe zu einem Niveau hinaufgedrängt wird, welches

unter gleichem Parallelkreise die des Libanon um 8000 Fuss übertrifft. Die Baumgrenzen des Kaukasus und des Thianschan liegen nur 400 oder 500 Fuss höher als auf den Pyrenäen, und, da den inneren Ketten des Himalaja die Wälder fehlen, so kann das daselbst auf terrestrischer Bewässerung beruhende, vereinzelte Vorkommen von Bäumen in grossen Höhen [67] mit den Vegetationsgrenzen anderer Gebirge nicht füglich verglichen werden.

Die Hebung der Schneelinie auf den Gebirgen des Steppengebiets ist viel leichter zu erklären als das Zurückbleiben der Wälder. Der Kaukasus erhebt sich unmittelbar aus dem Tieflande: hier haben wir den reinen Ausdruck eines Kontinentalklimas, dessen Sommerwärme in Tiflis über 4° höher ist als in Pau [104], und wo daher der Schnee auch bis zu einem höheren Niveau wegschmelzen kann. Auf dem Thianschan steigert sich diese Wirkung, weil die Gebirgskette, am Rande der Gobi gelegen, zugleich unter dem erwärmenden Einflusse der südwärts sich anschliessenden Hochsteppen steht. In den inneren Ketten des Himalaja endlich wird der Schnee auf die höchsten Kuppen zurückgedrängt, theils weil die Bodenanschwellung so viel bedeutender und an beiden Seiten gleich gross ist, theils weil die Trockenheit der Atmosphäre hier den Niederschlag am meisten beschränkt und die Verdunstung beschleunigt.

Dass aber die Wälder von dem Kontinental- und Plateauklima im entgegengesetzten Sinne berührt werden, ist nicht überall auf Mangel an Feuchtigkeit, wie im Bereiche des Mittelmeergebiets, zurückzuführen. Denn die Höhe der Gebirge ist so viel beträchtlicher [105] als in Europa, dass da, wo die doch immer noch weit ausgedehnten Schneemassen während des Sommers schmelzen, es den oberen Regionen an Zuflüssen nicht fehlen kann: wir würden, käme dies allein in Betracht, doch wenigstens an geeigneten Oertlichkeiten den Wald zu höheren Lagen aufsteigen sehen. Es kann also die Ursache einer in solcher Allgemeinheit nachweisbaren Erscheinung wohl nur in der Temperaturkurve des Kontinentalklimas erblickt werden, die dem Baumleben nicht genügt, weil die warme Periode des Jahrs zu rasch vorübergeht. Ist diese Folgerung richtig, so werden wir je nach der Temperatursphäre der einzelnen Baumarten grosse Verschiedenheiten erwarten können, und dies bestätigt sich in soweit, als hieraus das ausnahmsweise hohe Niveau erklärlich würde, welches die euphratische Pappel, der asiatische Wachholderbaum und in Tibet [67] die baumartige Myricaria erreichen. Indessen

werden Betrachtungen dieser Art dadurch unsicher, dass die Bäume, welche in den verschiedenen Gebirgen die Waldregionen bilden, in den meisten Fällen nicht dieselben und ihre klimatischen Lebensbedingungen daher nicht unmittelbar zu vergleichen sind. Fast der einzige Baum, der vermöge der Ausdehnung seines Wohngebiets sich zu solchen Vergleichungen darbietet, ist jener Wachholder (*Juniperus foetidissima*), und eben dieser verhält sich am Libanon und in Tibet gerade so, wie es nach Maassgabe des Unterschieds der Schneelinie zu erwarten ist: derselbe wurde nämlich von Thomson [67]) hier um beinahe 7900 Fuss höher ansteigend beobachtet, als dies in Syrien der Fall ist, wobei es freilich ungewiss erscheint, ob auch in jener Höhe, welche das Niveau aller übrigen tibetanischen Bäume übertrifft, der baumartige Wuchs erhalten bleibt. Es möchte anzunehmen sein, dass Bäume, die eine längere Entwickelungszeit in Anspruch nehmen, eben aus diesem Grunde im Inneren des Kontinents durch andere Arten vertreten werden, und dass es hier überhaupt an geeigneten Baumorganisationen fehlt, die oberen Regionen einzunehmen, die noch bewaldet sein könnten, wenn Wald bildende Bäume von kurzer Vegetationszeit, wie etwa auf den Rocky Mountains, vorhanden wären. Durch diesen Umstand wird der Raum der alpinen Region zwischen den Wäldern und der Schneelinie bedeutend erweitert, aber doch kommt dieser Vortheil der Gebirgsflora nur selten zu Statten. In den meisten Gebirgen ist der klimatische Einfluss der Hochsteppen, die sie berühren, zu überwiegend, um eine reiche, alpine Flora und eine dieser entsprechende Ueppigkeit alpiner Weidegründe zuzulassen, aber man erkennt zugleich, dass solche Vorzüge unter günstigen örtlichen Bedingungen, wie am Alages, möglich sind.

Die einzelnen Gebirge, auf denen die Anordnung der Regionen genau erforscht ist, können nach ihrer Polhöhe und ihrer Stellung zu den Hochsteppen in zwei Gruppen gebracht werden, wovon die nördliche den Kaukasus und Thianschan, die andere die Randerhebungen der vorderasiatischen Plateaus und die Ketten begreift, die mit dem indischen Himalaja in näherer Verbindung stehen.

Kaukasus (41—45° N. B.)

Waldregion bis 7700′ (6600′).
Birke in Daghestan . . . . . bis 7700′ [Ruprecht] [106]).
„ in Abchasien . . . . . bis 6600′ [Radde] [107]).
Kiefer in Abchasien . . . . bis 5930′ [„].
Alpine Region. 7700′ (6600′) — 10800 [Schneelinie: Abich] [108]).

Thianschan und nördliche Parallelketten des Alatau [42—46° N. B.][109].

Steppenregion am Nordabhang bis 4000′.
Irrigirtes Kulturland daselbst 1500—4000′.
Waldregion aus *Pinus Schrenkiana*. 4000—7600′.
Alpine Region. 7600—11200′ (Schneelinie am Alatau; 11540′ am Thianschan).
Alpine Sträucher bis 9000′.

Für die botanische Untersuchung des Kaukasus ist zwar schon in früherer Zeit durch Marschall von Bieberstein, Meyer und Andere viel geleistet, aber doch musste die Kenntniss dieses zur Vergleichung mit den Alpen so wichtigen Gebirgs bis zur Unterwerfung der unabhängigen Stämme eine lückenhafte bleiben. Seitdem sind Ruprecht zu den Sitzen der Lesghier in Daghestan und Radde zu denen der Tscherkessen im westlichen Kaukasus vorgedrungen, allein die Ergebnisse ihrer Forschungen sind bis jetzt nur fragmentarisch mitgetheilt worden. Dieses Wenige ist indessen gerade für unsere Zwecke vergleichender Darstellung besonders werthvoll. Obgleich es an Verknüpfungen der kaukasischen Flora mit den Alpen auf der einen, mit den asiatischen Gebirgen auf der anderen Seite nicht fehlt, so sind doch zahlreiche Pflanzen eigenthümlich, wie die isolirte Stellung dieses grossen Erhebungssystems erwarten lässt. So führt Ruprecht[106] es als eine bemerkenswerthe und sicher festgestellte Thatsache an, dass die Vegetation von Talüsch, die mit der persischen Gebirgsflora in näherer Verbindung steht, durch die Steppen des Kurthals vom östlichen Kaukasus völlig gesondert bleibt.

Die Wälder, die einen grossen Theil des Kaukasus bedecken, steigen an der nordöstlichen Abdachung Daghestans höher hinauf als auf der südwestlichen. Der Sommerpassat, an sich zwar trocken, aber über dem kaspischen Meere mit Wasserdampf erfüllt, verliert, an der nördlichen Gebirgsseite hinaufwehend, seine Feuchtigkeit, während am Südabhange selbst der Westwind von einem heiteren Himmel begleitet wird[22]. Hieraus erklärte Abich diesen Gegensatz der Waldregionen Daghestans und der dürren Südseite des Schachdagh, wo er bei westlichem Winde in der Höhe von 11300 Fuss auf schneefreiem Boden eine ungemein niedrige Dunstspannung beobachtete. Hier ist also auch die Schneelinie stärker als dort elevirt[108]. Dasselbe ergab sich aus der Vergleichung von Ruprecht's Messungen der Birkengrenze in Daghestan mit denen Radde's im tscherkessischen Kaukasus[107], indem sich die ersteren auf den nordöstlichen, die letzteren auf den südwestlichen Abhang der Hauptkette beziehen.

Ob indessen die Nordseite des westlichen Kaukasus sich ebenso verhalte wie die des östlichen, ist noch unbekannt: wahrscheinlich wird hier der Einfluss der Exposition minder bedeutend sein. Denn der Unterschied der Baumgrenzen in Daghestan und Abchasien ist wahrscheinlich eben darin klimatisch begründet, dass der Sommerpassat dort durch das kaspische Meer mit Wolken gespeist wird und dieselben höher hinauftreibt, während die Gegenwinde des Pontus die Feuchtigkeit an den waldigen Vorbergen von Kolchis entladen und den Hauptkamm des westlichen Kaukasus nicht erreichen. In den höheren Regionen scheint der von den russischen Steppen kommende Wind im Sommer die Herrschaft zu behaupten und durch seine Trockenheit den Waldwuchs einzuschränken. Die Schwankungen der Baumgrenze sind überhaupt im Kaukasus ebenso wie die der Schneelinie sehr bedeutend, so dass ihre klimatische Gesetzlichkeit nicht leicht zu erkennen und eine umfassendere Sammlung der Thatsachen zu wünschen ist. Wo die Wälder zurücktreten, pflegt auch die alpine Flora tiefer hinabzusteigen. Viele Gegenden selbst des feuchten Daghestans fand Ruprecht waldlos, und nicht selten muss die kaukasische Alpenrose (*Rhododendron caucasicum*) das Brennholz ersetzen [106]). Auch im centralen Kaukasus, in Ossetien, ist der Holzmangel fühlbar [110]), oft bedekt hier kaum ein armseliges Gestrüpp den Boden, welches aus der Rhamnusform und aus mitteleuropäischen Dornsträuchern gebildet wird.

Nicht die Trockenheit des Klimas allein steht der Bewaldung entgegen, sondern auch der Bau des Gebirgs. Die Alpen an Ausdehnung übertreffend, aber nur zu einem einfachen Hauptkamm sich erhebend, entbehrt der Kaukasus der symmetrischen Bildung grosser Längsthäler, in denen die fruchtbaren Erdkrumen sich leichter sammeln können. Die Seitenarme der Hauptkette dehnen sich zwischen unregelmässigen Thalschluchten zu wasserarmen und deshalb waldentblössten Hochflächen aus, an deren schroffen Gehängen nur die Gewächse des Felsbodens eine grössere Bedeutung erlangen. Die Niederschläge sind reichlich genug, um auch von den Hochebenen die Steppenpflanzen auszuschliessen, und hiedurch unterscheidet sich der Kaukasus von den übrigen Gebirgen Vorderasiens, aber das Wasser wird auf der Oberfläche der Schiefergesteine nicht zurückgehalten und findet auch in den Thälern wenig Raum, befruchtend zu wirken. Der zerrissene Boden Ossetiens ist zur Erzeugung von Humus wenig geeignet, und deshalb, bemerkt der Reisende Koch,

werde eine üppig sprossende Vegetation hier durchaus vermisst. In anderen Gegenden, wo die Querthäler dichter gedrängt sind und ihre Wände minder jäh abfallen, ist den Wäldern, Wiesen und Alpenmatten doch ein weiter Schauplatz dargeboten. Im Bereiche eines so grossen Gebirgs ist es begreiflich, dass die Nachrichten über die Ausbeute der botanischen Forscher ziemlich widersprechend lauten. Als fast nur der centrale Kaukasus in der Nähe der grossen Heerstrasse nach Tiflis besucht werden konnte, schien auch die alpine Region weit pflanzenärmer zu sein als in den Alpen. Aber sowohl im östlichen Daghestan als im Westen Abchasiens wurde die alpine Flora sehr reichhaltig gefunden, und über den Waldregionen breiteten herrliche Weidegründe sich aus.

Am Fusse des Kaukasus bietet die Berührung mit den drei hier zusammengerückten Floren ebenfalls Stoff zu einem gewissen Wechsel der Uebergänge. Nirgends scheint die Vegetation der Steppe in das Gebirge selbst unverändert einzudringen: dies verhindert die Bewässerung, indem die äussersten Vorberge besonders reich gegliedert sind und die Vereinigung zahlloser Gebirgsbäche zu grösseren Flüssen erst in einiger Entfernung erfolgt. An der Nordseite sind für dieses Verhältniss die Wiesen der Karbarda charakteristisch, die zwischen dem centralen Kaukasus und der russischen Steppe sich einschalten. Stauden und Gräser wachsen hier in solcher Ueppigkeit, dass man sich leicht verbergen kann, ohne sich niederzulegen [111]). Die Gramineen sind grösstentheils mitteleuropäische Wiesengräser, unter den Stauden bemerkt man hingegen viel kaukasische Arten, welche durch die Gewässer auf diese dem Hochgebirge vorliegenden Flächen übergegangen sind. Hiedurch und durch die Entfaltung der Vegetation im Hochsommer unterscheidet sich dieses Wiesenland von der Grassteppe, die zu derselben Zeit längst verdorrt ist. Freilich herrscht hier, nach gewissen Stauden zu urtheilen, noch Steppenklima; dafür sprechen die Artemisien, die Astragalen und Cynareen: aber der Einfluss des nahen Gebirgs ändert den Vegetationscharakter, die Frühlingspflanzen der Steppe gehen am dürren Sommer zu Grunde, während die Kabarda vom Kaukasus aus wohlbewässert ist.

In Georgien, wo, wie früher bemerkt, im Sommer Niederschläge stattfinden, reichen aus diesem Grunde die bewaldeten Abhänge bis an die Steppen der Kurebene [24]), und in Kolchis berühren sich die Wälder des Rionthals unmittelbar mit denen des Hochgebirgs. Wie

in den Alpen, sind wenigstens im westlichen und centralen Kaukasus die Laubwälder von der oberen Nadelholzregion deutlich abgestuft; im ganzen Gebirge ist die Buche für die ersteren auch hier bezeichnend. An der südlichen Abdachung des Hauptkamms sind die Wälder denen der pontischen Küstenkette ähnlich und bestehen zum Theil aus denselben Baumarten. Die untere Region Abchasiens und Mingreliens [107]) erinnert indessen durch ihre Eichenwälder, durch ihre in den Lichtungen über weite Strecken ausgedehnten Dickichte von Farnkraut (*Pteris*) viel mehr an die Gebirge Rumeliens. Die tief in die Erde eindringenden Wurzelstöcke dieses geselligen Farns verschliessen den Boden dem Ackerbau, sowie die Formation, da die Heerden die Farnwedel nicht anrühren, auch für die Viehzucht fast ganz verloren ist. In der Küstenregion Abchasiens ist die Vegetation weit üppiger als im Inneren von Mingrelien, der Einfluss des Pontus macht sich bis zum Kamme der waldbedeckten Berge geltend. Unmittelbar am Meere verweben sich die bis zur Krone der Eichen und Ulmen ansteigenden Schlinggewächse (*Smilax*, *Vitis*, *Clematis*), sie stellen mit den Bäumen und Sträuchern undurchdringliche Wände dar, in welche man nur auf schmalen Fusspfaden eindringen kann. Hier setzt die Vegetation, wie Radde sich ausdrückt, durch ihren grandiosen Maassstab, namentlich wenn man aus den östlichen Steppenlandschaften kommt, den Reisenden Anfangs in hohes Erstaunen, aber bald ermüdet sie durch den Mangel des Wechsels der Formationen. Ueber der Eichenregion folgt der Buchenwald und über diesem der Coniferengürtel, der aus zwei Arten von Tannen gebildet wird (*Pinus orientalis* und *Picea var. Nordmanniana*).

Die Wälder des östlichen Kaukasus bestehen fast nur aus Laubholz: von Coniferen, die wohl selten genug sein mögen, da sie nach den älteren Angaben Steven's hier ganz fehlen sollten, wird nur die Kiefer erwähnt [*P. sylvestris*] [106]). In Daghestan sind ebenso, wie in Georgien, noch die letzten Ausläufer des Gebirgs bewaldet, aber diese Wälder können den prächtigen Hochbeständen am schwarzen Meere durchaus nicht gleichgestellt werden [24]). Die Bäume stehen dichter gedrängt, aber ihre Stämme sind weit niedriger, es fehlen die Lianen, die Rebe, der Epheu, und die immergrünen, pontischen Sträucher sind verschwunden. Diese Wälder, deren Bestandtheile aus verschiedenen, mitteleuropäischen Laubhölzern gemischt sind, werden oft durch magere Gesträuchformationen unterbrochen, aber in den höheren Lagen kommen auch hier reine Buchenbestände vor.

In der Verbreitung der kaukasischen Nadelhölzer ist ein schwieriges Problem enthalten, welches einer sicheren Lösung sich noch ganz entzieht. Dass die Coniferen nach dem kaspischen Meere hin so sehr zurücktreten, ist eine Thatsache, deren Ursache unbekannt bleibt, aber viel merkwürdiger würde es sein, wenn es sich bestätigte, dass die orientalische Tanne des pontischen Gebirgs und des westlichen Kaukasus unter gleicher Breite am Thianschan wiederkehrt. Auf diesem fernen Gebirge Centralasiens wächst nämlich, wie auch am Alatau, eine Conifere, die sich von jener nur durch längere Nadeln unterscheiden soll und also vielleicht dieselbe ist [*Pinus Schrenkiana*] [112]). Dies wäre demnach ein ähnlicher Fall wie bei der Ceder, aber noch auffallender, weil nicht bloss eine Verbindung der entlegenen Wohngebiete über die persischen Gebirge nicht anzunehmen ist, sondern weil die orientalische Tanne, bis Ossetien vordringend, wie Ruprecht ausdrücklich bestätigt hat, im östlichen Kaukasus fehlt, ohne dass man einsieht, was sie hier zurückhalten könnte. Bei diesem Anlass müssen wir auch noch einmal [113]) auf den asiatischen Wachholder (*Juniperus foetidissima*) zurückkommen, da auch hier die nämliche Schwierigkeit, die Wanderungen der Bäume aufzuklären, uns aufs Neue begegnet. Von der Krim geht der Wachholderbaum über den westlichen und centralen Kaukasus zum Taurus bis Persien, die äussersten Standorte nach Nordosten sind auf den Vorbergen der Provinz Karabagh im Süden des Kur nachgewiesen. Im östlichen Kaukasus scheint er gleichfalls zu fehlen, wurde aber dann in Centralasien vom Himalaja aus nordwestlich bis zum Fontau bei Samarkand [114]) verbreitet gefunden. Doch soll ein nicht näher bezeichneter Fundort in Turkomanien, also vielleicht an den südlichen Ausläufern des Ural, den weiten Abstand beider Wohngebiete vermitteln [115]). Man könnte in solchen Fällen wohl an Hypothesen denken, die auf Zustände in früheren Zeiten zurückgehen, man könnte bei beiden Coniferen ehemalige Verknüpfungen des Wohngebiets über den persischen Elborus und die gegenwärtig waldlosen Gebirge Khorasans für möglich halten und darauf hinweisen, dass, wie man aus Steenstrup's Untersuchungen weiss, in der Vegetation der Bäume ein säkularer Wechsel eintritt, der durch Erschöpfung des Bodens an den der einzelnen Art nöthigen Nährstoffen, wie beim Fruchtwechsel des Landmanns, endlich herbeigeführt werden muss. Allein eine weitere Begründung solcher Vorstellungen wäre doch in dem einzelnen Falle ausgeschlossen, und wir müssen aufs Neue dabei

stehen bleiben, dass die Schwierigkeit solcher weite Räume und selbst geeignete Standorte überspringender Wanderungen nicht grösser ist als bei der Ceder. Der Abstand der Cederwälder des Atlas bis zum Taurus und Libanon ist ungefähr ebenso gross als vom westlichen Kaukasus bis zum Thianschan und Fontau, ohne dass die Annahme eines Waldwechsels zulässig ist, weil die Gebirgsverbindungen fehlen, deren Vegetation sich hätte verändern können. Was darüber früher gesagt wurde, findet daher auch auf den Wachholderbaum und vielleicht auch auf die orientalische Tanne Anwendung.

Vom Thianschan sind fast nur die Regionen des der songarischen Steppe zugewendeten Abhangs und der durch das Plateau des Issik-Kul (4200 Fuss) von dem Hauptkamm getrennten Ketten des Alatau bis jetzt genauer erforscht worden. Die Wälder beginnen erst in einem viel höheren Niveau als am Kaukasus (4000 Fuss), am Tabargatai zwischen dem Alatau und Altai sollen sie ganz fehlen. Schrenk [116], der dessen höchsten Gipfel bestieg (9700 Fuss), fand daselbst nur steile, grüne Abhänge mit nackten Felsen, aber keinen Wald. Die Gebirge des Steppengebiets finden wir nur da mit zusammenhängenden Waldregionen ausgestattet, wo sie einem Tieflande frei gegenüber liegen, welches in Verbindung mit dem Meere, als der allgemeinen Quelle des Wasserdampfs der Atmosphäre, diesen herbeiführen kann. So verhält es sich mit dem Kaukasus über der russischen, so mit den Abhängen des Alatau und Thianschan über der songarischen Kirgisensteppe. Wo dagegen ein höheres Gebirge vorliegt, welches den Wasserdampf bereits erschöpfen konnte, wie dem Tabargatai der Altai, ist die Trockenheit der Luft erhöht, und ebenso bleiben die Abhänge waldlos, wenn die atmosphärischen Strömungen von einem Plateau aus zu ihnen übergehen. Eine andere Bedingung des Waldschutzes besteht darin, dass der Neigungswinkel der Berge ein gewisses Maass erreicht: hebt sich der Boden unmerklich, so kühlt sich die Luft, die ihnen entgegenweht, nicht hinlänglich ab, um Nebel und Wolken zu erzeugen. Desshalb bleiben die unteren Regionen des Thianschan, wo die Erhebung des Landes vom Aral zum Balkasch und von da bis zum Hochgebirge eine allmälige ist, unbewaldet, wogegen die Bäume an dem steiler ansteigenden Kaukasus bis zu seinem Fusse der Steppe Trotz bieten. Kommen von diesen beiden allgemeinen Bedingungen der Feuchtigkeit und des Baumlebens hier und da Ausnahmen vor, so werden sie sich wohl immer aus den örtlichen Verhältnissen erklären lassen: so scheint

die spärliche Bewaldung der Nordseite des Künlün nur eine Folge der Bewässerung aus schmelzenden Schneemassen zu sein, die, wo die Gebirge nur hoch genug sind, um ihre Umgebungen zu überragen, in jeder Lage sich an den Gipfeln und Kämmen sammeln, auch wenn in den tieferen Regionen die Trockenheit der Luft den höchsten Grad erreicht.

Die unbewaldeten, unteren Abhänge des Thianschan weisen doch die Steppenvegetation weithin zurück (4000—1500 Fuss), weil sie durch die Bewässerung fruchtbar werden und daher reicheren Humus erzeugen können. Es wiederholt sich hier in grösserem Maassstabe das Bild der Kabarda des Kaukasus. In den Stauden fand Semenow [109]) die natürliche Vegetation dieses Kulturbodens der des russisch-sibirischen Waldgebiets ähnlicher als der Steppe, aber in Verbindung mit einigen eigenthümlichen Holzgewächsen. Die ersten Anhöhen des Alatau stehen nach Schrenk's Schilderung noch unter dem Einflusse der Steppe, sie erschienen ihm nackt und pflanzenarm; in den Schluchten wuchs indessen ein merkwürdiger, viertehalb Fuss hoher, holziger Astragalus (*A. Sieversianus*). Die jenseitigen Thäler (2000 Fuss) waren schon wasserreicher und erzeugten grüne, blumenreiche Wiesen, zum Theil mit hochwüchsigen Stauden und mit Sträuchern geschmückt. In einem grösseren Thale wechselten freundliche Hügel mit lieblichen Gründen, Wiesen mit klaren Bächen breiteten sich nach allen Seiten aus, »überall grünender Rasen, wohlriechende Blumen und dicht belaubtes Gebüsch (z. B. *Lonicera*, *Berberis*)«.

Die Waldregion besteht nach Schrenk aus zwei Tannen [112]), von denen er die eine mit hängenden, die andere mit aufrechten Zapfen beschreibt: Semenow erwähnt nur die letztere (*P. Schrenkiana*). Dieser dichtverzweigte, dunkle Tannenwald bedeckt die Abhänge überall, wo die Bäume nur Wurzel fassen können. Nur mühsam dringt man durch diese Bestände, wo die ausgebreiteten Aeste den Weg versperren. Das Gestein bekleidet ein weicher, feuchter Moosteppich, aus welchem klare, frische Bäche hervorsickern und subalpine Stauden ihre schönfarbigen Blüthen hervortreiben (z. B. *Primula*, *Pedicularis*, *Thermopsis*, *Doronicum*). Hin und wieder erscheint auch Laubholz im Nadelwalde, Birken, Pappeln (*Populus balsamifera var. suaveolens*), Weiden und Ebereschen, am Boden auch Himbeer- und Wachholdergesträuch (*Juniperus pseudosabina*).

In der alpinen Region erinnern die Sträucher, die zu einer be-

trächtlichen Höhe ansteigen (bis 9000 Fuss) zum Theil noch einmal an die Formen der Steppenflora (z. B. *Caragana*, *Spiraea*). Die alpinen Stauden sind neben eigenthümlichen Arten aus altaischen, kaukasisch-europäischen und tibetanischen Gewächsen von arktischer Bildungsweise gemischt. In der Nähe des ewigen Schnees treten auch sie zurück und zuletzt bleiben, wie in Skandinavien, fast nur Lichenen und Moose übrig. Indessen fand auch hier Schrenk noch drei kleine Stauden an den entblössten Felsen oberhalb der Schneegrenze.

Nachdem die Randgebirge Anatoliens und Syriens bereits im Abschnitt über das Mittelmeergebiet besprochen wurden, sind über die Regionen der Hochländer diesseits des Himalaja nur fragmentarische Nachrichten aus Armenien, Persien und Afghanistan zu erwähnen.

Ararat und Alages (40° N. B.).

Region über der Hochsteppe mit Baumwuchs von Birken bis 7800′ (Parrot).
Eiche im armenischen Randgebirge bis 7100′ [Abich][117].
Alpine Region. 7800—13000′ (Schneelinie nach Abich).

Persischer Elborus [37° N. B., über Asterabad: Bunge][40].

Nordabhang über dem kaspischen Meere.
Waldregion bis 8000′.
Buche und Juglandeen . . . . . bis 3000′.
Hainbuche (*Carpinus orientalis*) . . . . bis 8000′.
Alpine Region. 8000′ (bis Schneelinie am Demawend 13200′: Berghaus).
Südabhang (mit Ausnahme eines Gürtels von Wachholderbäumen waldlos).
Hochsteppe bis 7000′.
Alpine Region mit Traganthsträuchern 7000′.

Kuh-Daena[118] (30½° N. B., im westpersischen Randgebirge: System des Zagros).

Eichenregion (*Quercus persica*). 4000—6000′.
Alpine Region. 6000—11000′.
Gesträuchgürtel von *Lonicera persica*. 6000—7000′.
Traganthsträucher 7000—9300′.
Alpine Stauden 7000—11000′ (Umbelliferen 7000—8000′).

Im russischen Armenien erreichen nur der Ararat und der Alages die Schneegrenze[119], und zwar in einem bedeutend höheren Niveau als am Kaukasus und als in den pontischen und anatolischen Gebirgen. Im Verhältniss zum Kaukasus beträgt die Elevation 2200 Fuss und erklärt sich aus dem Plateauklima, zu dessen Wirkungen am Ararat die Gestaltung des Bergs und die vulkanischen Gesteine beitragen, die durch die Insolation stärker erwärmt werden. Mit dem

westlichen Armenien und Anatolien verglichen, liegen diese Hochgipfel tiefer im Inneren des Landes und sind daher dem Einflusse des Meers in höherem Grade entzogen, dessen Nähe die Schneelinie der pontischen Ketten herabdrückt. Ganz abweichend verhalten sich die Baumgrenzen Armeniens, wo die Wälder so selten sind. Während die Schneelinie des Ararat so bedeutend elevirt ist, sehen wir die Bäume daselbst fast in demselben Niveau aufhören wie am östlichen Kaukasus, und doch höher ansteigen als am Pontus. Denn durch die Trockenheit der Atmosphäre ist der Baumwuchs eingeschränkt und kann den Wärmeeinflüssen, welche die Schneelinie nach aufwärts drängen, nicht in gleichem Grade Folge leisten, findet aber doch vermöge der beträchtlicheren Anschwellung des Bodens günstigere Bedingungen als am Pontus und in Anatolien, nicht um zu Waldregionen sich auszubreiten, sondern nur um an geeigneten Standorten ein höheres Niveau zu erreichen. Reicher bewaldet sind nur die dem kaspischen Meere freier gegenüberliegenden Abhänge, die Thäler der Provinz Karabagh, wo die das Kurthal aufwärts wehenden Luftströmungen das Randgebirge häufig in Nebel und Regenwolken einhüllen. An der Binnenseite fehlen die Wälder gewöhnlich ganz und werden durch Eichengebüsche ersetzt; oft hören die vereinzelten Gehölze schon in einem tieferen Niveau auf (7000 Fuss). Aber auch die alpine Region, die unter diesen Verhältnissen auf dem armenischen Randgebirge einen so viel grösseren Umfang hat als am Kaukasus, erzeugt nur selten reine Alpenmatten, die Vegetation der Hochsteppe überwiegt, und selbst auf dem Alages, wo diese Matten am reichsten entwickelt sind, folgt am Südwestabhange über der Region der Eichengebüsche und dem Wachholder-Krummholz eine Bekleidung des Bodens mit Traganthsträuchern.

Aehnlich, aber in noch höherem Maasse dem Steppen bildenden Plateauklima unterworfen, verhalten sich die Gebirge Persiens. Die nördliche Kette des Elborus besitzt nur am kaspischen Abhange die dichten Laubwaldregionen von Masenderan und Gilan; ausser vereinzeltem Taxus fehlen demselben die Nadelhölzer. Auf der Höhe der Pässe fand Bunge den Uebergang zur persischen Flora durch die Abdachung genau bestimmt, welche das feuchte, kaspische Klima von dem Einflusse des trockenen Plateaus abscheidet. An der Südseite herrschen Dornsträucher und Steppenpflanzen, in der oberen Region mischen sie sich mit alpinen Stauden: von Bäumen findet sich nur der Wachholder (bis 500 Fuss unter dem nicht gemessenen Pass).

Uebrigens sind in Khorasan, zwischen Nischapur und Mesched, nur Pappeln, Weiden und Platanen in den Flussthälern angetroffen. Auf dem Zagros [118]), dem westlichen Randgebirge gegen Kurdistan und Mesopotamien, ist der Eichenwald auf die unteren Abhänge über dem Plateau von Schiras eingeschränkt (bis 6000 Fuss): dann folgen Gesträuche, und in der alpinen Region sind die Vegetationsformen der Steppe noch sehr bemerklich. Denn auch hier steigen die Traganthsträucher hoch hinauf (bis 9300 Fuss) und beschränken den Raum, der auf dem dürren, felsigen Boden den alpinen Stauden nur karg zugemessen ist.

Noch viel öder sind die Gebirge von Khorasan und der westliche Hindukusch am Nordrande Afghanistans [120]). Hier sind beide Abhänge vollkommen baumlos, über beide verbreitet sich die Hochsteppe, aber noch unfruchtbarer ist die dem Tieflande Turkestans zugewendete Nordseite, wo die Halophyten zunehmen. Ueppig grünende, von dichtem Gebüsch bewachsene Stellen sind nur an den Flussufern zu finden. Bis zur Höhe der Pässe des Hindukusch (12000 Fuss) reicht die Vegetation von dornigem Gestrüpp (*Acantholimon*) und von Artemisien: doch gedeihen in feuchten Schluchten und nur hier allein auch alpine Stauden (z. B. Gentianeen, *Pedicularis*).

Zu dem schon oben geschilderten Vegetationscharakter des inneren, waldlosen Himalaja sind die Beobachtungen Lehmann's [121]) an dem zum System des Bolor gehörigen Fontau bei Samarkand (40° N. B.) hinzuzufügen, wo aber das Niveau der Regionen noch nicht gemessen wurde. Der Bolor begreift die hohen Gebirge, welche den Künlün und Hindukusch mit dem Thianschan verbinden; der Fontau ist ein am Särafschän auslaufender, alpiner Nebenzweig. Die untere Region ist auch hier waldlos, die dürren Hügel sind mit Steppensträuchern bewachsen. Weiter thalaufwärts nehmen lichte, anmuthige Laubgehölze von niedrigem Wuchs die sanften Gehänge ein (*Pistacia*, *Betula*, *Crataegus*, u. a.). Neben diesen mannigfach wechselnden Baumformen bekleidet der im Allgemeinen überwiegende Wachholderwald den Fontau (*Juniperus foetidissima*, s. o.). Aber auch dieses Nadelholz ist keineswegs hochwüchsig; mächtig sind zwar die Stämme an Dicke, aber ihre Höhe scheint nicht viel über 18 Fuss zu messen. Von Steppenpflanzen stets begleitet, besteht das Unterholz aus Stäuchern der Rhamnus- und Spartiumform (z. B. *Lonicera*, *Ephedra*). Durch einige Arten ist eine Verwandtschaft mit der per-

sischen Gebirgsflora ausgedrückt, namentlich durch das Lonicerengebüsch (*L. persica*) und durch eine Liane (*Cissus aegirophylla*), die in ihrer Rankenlosigkeit mit einer am Zagros vorkommenden Art (*C. vitifolia*) übereinstimmt. Ueber dem Coniferenwalde folgt unmittelbar die alpine Region, die dem Reisenden eine reiche Ausbeute gewährte. Hier wechselten Alpenmatten, deren Feuchtigkeit und Fruchtbarkeit in den herrschenden Stauden sich ausspricht (z. B. *Polygonum alpinum*), mit Felsboden, wo, wie in den Alpen, die kleineren Arten sich ansiedeln, aber auch mit dürren Abhängen, die mit Steppenpflanzen bekleidet sind (z. B. *Acantholimon*, *Cousinia*). Durch diese Mischung der Formen ist der Uebergang zur tibetanischen Flora ausgedrückt.

Vegetationscentren. Nur in einzelnen Gegenden und namentlich in Russland ist die Verbreitung der Steppenpflanzen genügend erforscht worden, um Untersuchungen über die Lage der Vegetationscentren darauf gründen zu können. Aus den südlichen Tafelländern kennt man meist nur die Ausbeute einzelner Reisenden, und in diesem Falle kann man daher die endemischen von den weiter ausgedehnten Wohngebieten nicht sicher unterscheiden. Lehrreiche Beiträge zur Erforschung des geographischen Ursprungs der Vegetation gewähren indessen die Steppen doch dadurch, dass sie zeigen, wie die räumliche Anordnung ihrer Pflanzen weder mit den Normen des Waldgebiets, noch mit denen Südeuropas übereinstimmt. Hier haben sich in den kontinentalen Ebenen die Vegetationscentren fast in demselben Maasse gesondert erhalten wie auf den Gebirgen; die klimatischen oder mechanischen Hindernisse ihrer Vermischung sind zwar vorhanden, aber nicht so deutlich erkennbar wie auf den Halbinseln des Mittelmeers.

Die Flora des Steppengebiets ist viel reicher, als man nach den ungünstigen physischen Bedingungen und nach der Einförmigkeit der Pflanzenformen erwarten sollte. Ich schätze die Zahl der bereits aufgefundenen Pflanzen, die dem Steppengebiet mit Einschluss der Gebirge eigenthümlich angehören, auf 6000 Arten, indem meine Sammlung über 3000 enthält, und nach Maassgabe dessen, was aus dem Orient und aus dem Inneren Asiens bekannt geworden ist, leicht ebenso viele entbehren mag. Dazu kommen noch diejenigen Gewächse, welche den Steppen und ihren Gebirgsketten mit den Nachbarfloren gemeinsam sind, wodurch, da sie weit weniger zahlreich auftreten als die endemischen, der Reichthum vielleicht auf 8000

Arten steigen mag. Diese Summe, auf 300000 Quadratmeilen, etwa den achten Theil der ganzen Erdoberfläche vertheilt, erscheint zwar immer noch geringfügig (eine Art auf $37^1/_2$ Q. M.), aber doch ungefähr um ein Drittel grösser als im Waldgebiet, wenn wir dessen Umfang angenähert gleich setzen. Mit der viel mannigfaltigeren Vegetation des Mittelmeergebiets lässt sich jene Ziffer nicht füglich vergleichen, weil eine Flora um so viel reicher erscheint, je kleiner der Raum ist, den sie einnimmt. So sehr nun die Summe der endemischen Erzeugnisse des Steppengebiets durch die entlegenen und in ihrem Charakter so verschiedenartigen Gebirge erhöht wird, so ist doch der Wechsel der Arten auch in den Ebenen, selbst in denen des kaspischen Tieflands, ungleich häufiger und auffallender als im Waldgebiet. Nachdem die Steppen Südrusslands schon zu Pallas' und Bieberstein's Zeit ziemlich genau erforscht waren, hat jede botanische Reise, auf welcher man über die Kirgisensteppe weiter in die Songarei und nach Turkestan vordrang, eine bedeutende Anzahl neuer Pflanzen geliefert. Man braucht nur einen Blick in die russische Literatur zu werfen und auf die stets wachsende Zahl der Astragaleen, der Synanthereen und einiger anderer Gruppen aufmerksam zu sein, um sich hievon zu überzeugen. Und doch sind diese Ergebnisse von den botanischen Sammlungen im Orient noch weit übertroffen; noch niemals sind im Verlauf weniger Jahre von einem einzelnen Botaniker so viel neue Pflanzen beschrieben worden als von Boissier aus den Tafelländern Vorderasiens.

Im Waldgebiete war der Wechsel der Flora an die klimatischen Linien geknüpft. Das Klima der Steppen aber ist in den meisten Gegenden so wenig abgestuft, dass die Vegetationscentren durch die Verschiedenheiten, denen es unterworfen ist, selten gehindert werden, ihre Erzeugnisse auszutauschen. Da nun auch dieselbe Beschaffenheit des Bodens in den entferntesten Landschaften wiederkehrt, so ist die dauernde Absonderung der Specialfloren ein nicht so ganz einfach zu lösendes Problem.

Am nächsten liegt anzunehmen, dass die mechanischen Hindernisse der Verbreitung, welche in Südeuropa von der Gestalt des Mittelmeers abhängen, in den Steppen auf den Gebirgsketten, oder, wo diese fehlen, auf den die fruchtbareren Landschaften trennenden Wüsten beruhen möchten. Es bedarf einer näheren Vergleichung, um zu erkennen, in welchem Umfange diese Einflüsse wirksam sind. Arten, welche das ganze Steppengebiet bewohnen, giebt es verhält-

nissmässig nur wenige: in meiner Sammlung sind noch nicht hundert enthalten [122]). Eine etwas grössere Anzahl ist dem kaspischen Tieflande mit den angrenzenden Tafelländern gemeinsam, sie beweist die Unabhängigkeit solcher Pflanzen von dem Niveau des Standorts und ihre Fähigkeit, auch die noch höheren Gebirgsketten des Plateaurandes auf ihrer Wanderung zu überschreiten. Endlich ist ein sehr bedeutender Theil der Steppen- und Gebirgspflanzen über mehrere Abschnitte des Tafellandes ausgebreitet und zeigt also ebenfalls, dass die wechselnden Erhebungen des Bodens ihre Wanderungen nicht beschränkt haben. Dass indessen bei der Sonderung oder Mischung der Centren die Organisation eine Hauptrolle spiele, erkennt man leicht und besonders deutlich an den der Sahara und den Steppen gemeinschaftlichen Pflanzen, von denen ich eine Reihe von etwa hundert Arten nachweisen kann (s. u.). Von den vorherrschenden Familien sind unter diesen die Cruciferen und Gräser am reichsten vertreten, schwächer die Synanthereen und Chenopodeen, die Leguminosen fast gar nicht. Die winzigen Samen der Gramineen und der Cruciferen können leicht durch die Steppenstürme in weite Fernen getragen werden. Auch in den Steppen selbst sind die einzelnen Astragaleen grösstentheils nur auf beschränktem Raume angetroffen, und von den Chenopodeen, die in der Kirgisensteppe und in der Gobi 6—7 Procent von der Summe der Gefässpflanzen ausmachen [123]), kommen so viel weniger Arten auf den südlichen Tafelländern vor, dass sie in dem ganzen Umfange des Gebiets auf die Hälfte jenes Verhältnisses herabsinken. Da es aber auf den Plateaus doch durchaus nicht an Salz führenden Erden fehlt und das Wachsthum der Halophyten daselbst ebenso gesellig ist wie im Tieflande, so muss die überwiegende Mannigfaltigkeit der kaspischen Chenopodeen als eine ursprüngliche Eigenthümlichkeit dieser Gegenden betrachtet werden.

Der Einfluss der Wüsten auf die Sonderung der Vegetationscentren ist in den kaspischen Steppen und in Persien deutlich zu erkennen. Die fruchtbaren Erdkrumen der Songarei werden von denen Südrusslands durch die ödere Kirgisensteppe getrennt, und diese wiederum ist durch die Wüsten am Aral mehrfach gegliedert. Ebenso scheidet die grosse Salzwüste in Verbindung mit der Kohrudkette das nördliche Persien von dem südlichen. In beiden Fällen aber finden wir die Vegetation zu beiden Seiten weit weniger übereinstimmend, als es der Fall sein würde, wenn die reicheren Landschaften in unmittelbarer Verbindung ständen.

Wir können daher den Gebirgsketten und dem Wechsel der Gras- und Sandsteppen einen bedeutenden Einfluss auf die Sonderung der Vegetationcentren einräumen, wenn derselbe auch hauptsächlich auf bestimmte Organisationen beschränkt ist. Man könnte meinen, dass überhaupt die ursprünglichen Verhältnisse in den Steppen sich weniger geändert haben als in den Kulturländern, weil die Natur unter den Nomaden ungestörter sich selbst überlassen blieb, als wo der Ackerbau sich ausbreitete: allein auf die Vegetation der sibirischen Wälder haben die Bewohner noch weniger eingewirkt als auf die Steppen, die sie durch Feuer zu verwüsten pflegen. Und doch ist die Flora dort durch die natürlichen Pflanzenwanderungen viel gleichartiger geworden als hier, weil es in dem weiten Waldgebiete und im Bereiche der grossen Flusssysteme jenes Tieflandes keine Hindernisse, sondern nur Förderungen der Verbreitung gab. Von grösserer Bedeutung möchte es sein, dass die Steppenpflanzen den grössten Schädlichkeiten, die das organische Leben treffen können, widerstehen müssen. An ihrem Entstehungsorte hiezu am vollständigsten ausgerüstet, werden sie die Erzeugnisse anderer Centren nicht leicht verdrängen können, weil sie bereits da, wo sie geschaffen wurden, gleichsam an der Grenze der Bedingungen ihres Daseins stehen.

Die Erscheinung, dass so viele Steppen- und Wüstenpflanzen das ebene Tiefland bewohnen, ohne in die Gebirge anzusteigen oder sie zu überschreiten, ist besonders dadurch merkwürdig, dass diese Flächen, geologisch betrachtet, erst in der jüngsten Zeit vom Meere entblösst worden sind. Die Entstehung dieser Vegetation fällt also in die letzte Periode der Erdgeschichte. Geht man dabei von den Vorstellungen Darwin's aus, so ist es schwer einzusehen, aus welchen Organisationen der Vorwelt die Chenopodeen der kaspischen Salzsteppe hervorgegangen sein sollen, da sie mit keiner Pflanzenform der Tertiärzeit in näherer Verbindung stehen, und ebenso wenig begreift man, weshalb sie sich hier zu viel mannigfaltigeren Gebilden dem Sinne jener Hypothese gemäss gespalten hätten als in Anatolien oder Tibet. Alle solche ursprünglich gegebenen Eigenthümlichkeiten entziehen sich durchaus unserer Einsicht und bleiben unerklärte Probleme.

Da die Anordnung der Vegetationscentren des Steppengebietes aus dem Endemismus der Arten sich noch nicht mit Sicherheit ableiten lässt, so habe ich zunächst die monotypischen Gattungen ins

Auge gefasst, aus deren Vorkommen sich die ersten Anhaltspunkte für solche Untersuchungen zu ergeben scheinen. In der Mehrzahl der klimatischen Abschnitte finden wir eigenthümliche Organisationen, aber ohne dass dabei eine Regelmässigkeit in ihrer Vertheilung oder eine Abhängigkeit von der grösseren oder geringeren Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen zu bemerken wäre. Denn gerade im kaspischen Tieflande, wo diese am einförmigsten sind, ist die Zahl der Monotypen am grössten.

Ueberhaupt sind die Monotypen noch zahlreicher als in Südeuropa. Nach Ausscheidung derjenigen, die den Steppen mit einer der Nachbarfloren gemeinsam angehören, habe ich noch über hundert nach ihren Wohngebieten verglichen. Allein hier tritt der Uebelstand ein, dass eine grosse Anzahl zu den Cruciferen (38) und zu den Umbelliferen (17) gehört, zu Familien, in denen die Systematik der Gattungen nach Grundsätzen bearbeitet worden ist, die keinen Anspruch auf dauernde Geltung machen können, bereits vielfach im Schwanken begriffen und mit denen, die man sonst befolgt, kaum vergleichbar sind. Ich halte es daher für angemessen, nur eine ausgewählte und von mir selbst verglichene Reihe von Gattungen zu berücksichtigen.

Meine Pflanzensammlung enthält aus dem kaspischen Tieflande 16 Monotypen, die auf diesen klimatischen Abschnitt des Steppengebiets beschränkt sind. Aus ihrer Vertheilung geht hervor, dass die Wohngebiete um so enger werden, je unfruchtbarer der Boden ist, der sie ernährt. Die Stärke der Wüstenpflanzen besteht in der Widerstandsfähigkeit gegen äussere Schädlichkeiten: ihre Vegetation ist träger als die der Steppe, die sie fliehen, und deren energischer wachsende Pflanzen ihnen den öden Boden, wo sie entstanden, frei lassen, während diese selbst eben wegen ihrer höheren Lebenskraft sich von ihren Centren in anderen Richtungen weiter ausgebreitet haben. In der Wüste Kisilkum am Aral sind zwei Monotypen, ebenso viele in der öden Lehmsteppe von Buchara entdeckt worden, und noch zwei andere umfassen gleichfalls die Umgebungen jenes Binnenmeers. Die Gattungen, welche Südrussland erreichen (5), finden sich sämmtlich auch in der Kirgisensteppe oder jenseits derselben in der Songarei, und unter diesen beginnen drei erst jenseits der Wolga, wo die Grassteppen selten werden. Nur durch einen Monotyp ist die östliche oder songarische Steppe bezeichnet, die übrigen (4) verbreiten sich von dieser bis zur Ostküste des kaspischen Meers. Die ver-

glichenen Gattungen sind folgende: die Leguminosen *Ammodendron:* Aralfluss bis Songarei; *Ammothamnus:* Kisilkum; *Eremosparton:* Wolga bis Balkasch; die Rosacee *Hulthemia:* Kirgisensteppe—Songarei; die Zygophyllee *Miltianthus:* Buchara; die Cruciferen *Cithareloma:* Kisilkum, eine zweite Art zwischen dem Aral und Buchara; *Streptoloma:* Buchara; *Lachnoloma:* Kisilkum; *Stroganowia:* Songarei (auch am Tabargatai daselbst); die Umbellifere *Muretia:* Podolien—Kirgisensteppe; die Boraginee *Rindera:* Don—Songarei; die Synanthereen *Karelinia:* Wolga—Songarei; *Ancathia:* Kirgisensteppe—Songarei; die Chenopodeen *Girgensohnia:* Wolga—Kirgisensteppe; *Londesia:* Kaspische Ostküste—Aral; die Liliacee *Rhinopetalum*: Kirgisensteppe—Songarei. Hieran reihen sich 5 monotypische Gattungen, die vom kaspischen Tieflande ausgehend dessen Grenzen überschreiten, jedoch ohne die südlich gelegenen Hochebenen zu erreichen: die Leguminose *Halimodendron:* Kirgisensteppe und Buchara bis Songarei, Transkaukasien; die Scrophularineen *Dodartia:* Don bis Songarei, Transkaukasien; *Cymbaria:* Dnjepr, eine zweite Art vom Jenisei bis Daurien; die Boraginee *Suchtelenia:* Kirgisensteppe, Transkaukasien; die Chenopodee *Ceratocarpus:* Donau bis Gobi.

Vom Kaukasus kenne ich keine eigenthümliche Gattung: doch besitzt der Thaleinschnitt des Kur zwei Monotypen, eine Umbellifere (*Cymbocarpum*) und eine Synantheree (*Cladochaeta*), die auch in die angrenzenden Gebirge ansteigen oder vielleicht von diesen erst in die Ebene gelangt sind.

Die persische Abdachung zum kaspischen Meere ist durch eine Hamamelidee ausgezeichnet (*Parrotia persica:* eine zweite Art bewohnt den Himalaja von Kaschmir). Die Wälder [124]), welche vom Elborus sich bis Talüsch erstrecken, sind ausser durch diesen Monotyp noch durch zwei endemische Baumformen (*Gleditschia caspica* und *Pterocarya caucasica*) als selbständige Vegetationscentren bezeichnet.

Zu den anatolischen und syrischen Monotypen, die schon im Abschnitt über das Mittelmeergebiet erwähnt wurden, ist noch eine Crucifere (*Texiera*) hinzuzufügen, welche nur im Inneren von Syrien gefunden wurde.

Im armenischen Hochlande und zwar in Kurdistan endeckte Kotschy eine monotypische Synantheree (*Sprunera*). Mesopotamien hat keine Gattung geliefert, die nicht auch in den Nachbarländern vorkäme.

Alle diese orientalischen Landschaften werden an Eigenthüm-

lichkeit von Persien weit übertroffen. Die Ursache liegt auch hier nicht in günstigeren physischen Bedingungen, worin dieses Land Anatolien und den kaukasischen Thälern so weit nachsteht, sondern offenbar darin, dass die Hochebene durch ihre Randgebirge so vollständig abgeschlossen wird. Indessen ist hiedurch noch nicht erklärt, dass von den 11 Monotypen, die ich aus Persien verglichen habe, drei auf die alpine Region der Gebirge beschränkt sind, während doch eine ähnliche Selbständigkeit alpiner Centren in anderen Theilen des Steppengebiets nicht bemerkt wird. Freilich sind fast sämmtliche persische Monotypen Cruciferen [9] [125]; nur eine Gattung gehört zu den Labiaten (*Tapeinanthus*) und eine andere zu den Synanthereen (*Grantia*). Diese letztere, eine Inulee, kann, da sie jener kurdistanischen (*Sprunera*) nahe verwandt ist, als ein bemerkenswerthes Beispiel von der Analogie der Bildungen auf geographisch nahe gerückten Centren gelten.

Aus Afghanistan kenne ich drei Monotypen: eine Crucifere (*Pyramidium*), eine Labiate (*Perowskia*: eine zweite Art wächst in Turkestan) und unter den immergrünen Sträuchern eine Myrsinee (*Reptonia*), welche letztere, an der Abdachung zum Indus auftretend, den Uebergang zur tropischen Flora Asiens andeutet.

Die tibetanische Flora enthält eine endemische Synanthereengattung (*Allardia*), die aus mehreren Arten besteht. Von eigentlichen Monotypen ist eine Caryophyllee (*Thylacospermum*) bis zum Thianschan, und zwei Gramineen (*Ptilagrostis* und *Leucopoa*) sind bis zur Gobi verbreitet. Das erstere dieser Gräser bewohnt auch die alpine Region des indischen Himalaja von Sikkim. Der Gobi-Steppe selbst ist ein Halophyt aus der Familie der Zygophylleen eigenthümlich (*Sarcozygium*).

Von den Gebirgen des Steppengebiets hat ausser den persischen nur der songarische Alatau drei Monotypen aus der Familie der Synantheeren geliefert (*Waldheimia*, *Richteria* und *Cancrinia*), von denen die beiden letzteren zu der in der alten Welt fremdartigen Gruppe der Helenieen gehören. Solche systematische Analogieen, wie hier zwischen den nordamerikanischen und centralasiatischen Synantheeren, kommen zuweilen an entlegenen Punkten der Erde vor, ohne dass daraus auf einen genetischen Zusammenhang zu schliessen wäre.

Zahlreicher als alle diese so sporadisch vertheilten Gattungen ist die Reihe derjenigen Monotypen (22), welche über mehrere klimatische Abschnitte des Steppengebiets sich ausgebreitet haben. Unter diesen bewohnen nicht wenige zugleich das Tiefland und die

Hochebenen, wobei aber der Umfang der vertikalen mit den horizontalen Wanderungen in keinem Zusammenhange steht. Die Fähigkeit, nach aufwärts zu steigen, richtet sich nach der Unabhängigkeit von den klimatischen Einflüssen des Niveaus allein, die Wanderungen in weite Fernen sind zugleich von der intensiven Kraft der Vegetation und der Fortpflanzungsorgane abhängig. Wir finden daher manche Organisationen nur auf einem engen Raum, aber auf Standorten von sehr ungleicher Höhe, das Wohngebiet anderer umfasst den ganzen Umfang der Steppen oder einen grossen Theil derselben. Die verglichenen monotypischen Gattungen sind folgende: die Cruciferen *Schiwereckia:* Podolien—Kirgisensteppe, Anatolien—Persien; *Leptaleum*: Wolga und Transkaukasien—Beludschistan; *Diptychocarpus*: Kaspische Steppe—Afghanistan; *Tauscheria*: Kaspische Steppe—Tibet (*Goldbachia* ebenso, aber bis Indien); *Hymenophysa*: Songarei, Persien; *Octoceras*: Turkestan, Persien—Beludschistan; *Coluteocarpus*: Anatolien—Armenien und Syrien; *Parlatoria*: Mesopotamien, eine zweite Art in Persien; die Crassulacee *Tetradiclis* (bisher als Rutacee aufgefasst): Südrussland—Beludschistan (auch Tunis); die Boraginee *Caccinia*: Syrien—Persien; die Synanthereen *Acroptilon*: Don—Songarei, Anatolien—Afghanistan; *Chardinia*: Anatolien—Persien; *Gundelia*: Armenien und Syrien—Persien; *Siebera*: Syrien—Persien; *Pentanema*: Mesopotamien, eine zweite Art in Persien; *Strabonia*: Persien—Afghanistan; *Varthemia*: Persien—Afghanistan; die Thymelaee *Diarthron*: Kaspische Steppe bis Songarei, Anatolien—Persien, eine zweite Art in der Gobi; die Chenopodeen *Anthochlamys*: Transkaukasien—Persien; *Panderia*: Songarei, Armenien—Talüsch; die Graminee *Heteranthelium*: Syrien bis Persien.

Aus der Vertheilung der Pflanzenfamilien werden sich, wenn erst die endemischen von den weiter verbreiteten Arten genauer zu unterscheiden sind, künftig noch bestimmter als aus den Monotypen die systematischen Eigenthümlichkeiten der Vegetationscentren herausstellen. Was in dieser Beziehung einigermaassen sicher erschien, habe ich in den Noten zusammengestellt [126]). Das Gesammtergebniss ist dadurch merkwürdig, dass die Reihe der im ganzen Steppengebiete vorherrschenden Familien der in der spanischen Flora, wo das Klima des Tafellandes ähnlich ist, am nächsten kommt. Aber in den Specialfloren sind die Abweichungen sehr erheblich. Die Zunahme der Chenopodeen in den nördlichen Gegenden, der Labiaten,

Caryophylleen und Umbelliferen in den Hochländern des Orients geht aus diesen Untersuchungen am deutlichsten hervor.

Die Verknüpfung der Steppenflora mit den Vegetationscentren der Nachbarländer steht in Verhältniss zu den klimatischen Analogieen, aber die Vermischung ist eine weit beschränktere als zwischen Nord- und Südeuropa, wo sie doch durch die trennenden Gebirgsketten in viel höherem Grade erschwert erscheint. Allein noch stärkere Schranken stehen im ersten Falle diesen Verbindungen entgegen. An der nördlichen Grenze der Steppen, wo sie sich mit den Wäldern fast überall auf einer ebenen Grundfläche berühren, ist der klimatische Gegensatz zu gross und die Einwanderung daher auf die Flusslinien und Gebirgsketten beschränkt, wo derselbe aufhört wirksam zu sein. Flussverbindungen zwischen beiden Floren aber finden sich fast nur in Südrussland, und, was die Gebirge betrifft, so sind sie durch weite Räume oder durch das Meer geschieden, sofern man vom Altai und Ural absieht, die orographisch mit den übrigen nicht unmittelbar verbunden sind, und deren bewaldete und alpine Regionen nicht mehr zum Steppengebiet gehören. So ist es erklärlich, dass unter ähnlichen klimatischen Bedingungen die Gebirge zwar niemals einer Reihe von nordeuropäisch-sibirischen Gewächsen entbehren, aber doch um so ärmer daran sind und sie um so mehr durch eigene Erzeugnisse ersetzen, je grösser der geographische Abstand ist. Der Kaukasus und der Taurus sind daher diejenigen Gebirge, wo die Vermischung mit europäischen Pflanzen den verhältnissmässig grössten Umfang erreicht, der Alatau steht dem Altai gegenüber in derselben Beziehung zu Sibirien. Die Bäume des Kaukasus beweisen deutlich, dass dieses Gebirge gleichsam wie eine Brücke die Waldregionen Europas und Asiens verbindet, und unter ihnen ist keine streng endemische Art bekannt geworden. Der orographische Zusammenhang mit den Gebirgsketten Anatoliens, die den Verzweigungen des Balkan am Bosporus genähert sind, macht den europäischen Charakter dieser Wälder erklärlich. Leicht ist auch der Uebergang zum persischen Elborus, aber von da ist die Lücke bis zu den Waldregionen des Hindukusch und Himalaja gross, und so ist auch die Anzahl übereinstimmender Baumarten erheblich gemindert. Die Laubwälder des Kaukasus sind grösstentheils aus den nordeuropäischen Buchen (*Fagus* und *Carpinus*), Eichen, Birken, Linden, Ulmen, Erlen, Ahorn (*Acer platanoides*) und Pappeln gebildet; von Nadelhölzern finden sich die Kiefer, die Edeltanne und der

Taxus. Aus dem Mediterrangebiete sind die Kastanie, die behaarte Eiche (*Q. pubescens*) und ein Ahorn (*A. Lobelii*) vertreten; die breitblätterige Erle (*Alnus cordifolia*) soll dieselbe Art sein wie die italienische; Steven fand am westlichen Kaukasus auch die Laricio-Kiefer, und Ruprecht [106]) erwähnt in Gurien die Pinie. Hieran reihen sich die orientalischen Bäume, die Platane, eine Linde (*T. rubra*) und eine immergrüne Eiche (*Q. castaneifolia*), die das südöstliche Europa erreichen, und von diesen geht die Platane bis Indien. Die Verbindung mit dem Himalaja ist ausserdem vorzüglich durch den am Kaukasus noch als einheimisch zu betrachtenden Wallnussbaum (*Juglans regia*) ausgedrückt, sowie durch den mehrfach erwähnten Wachholder. Das Wohngebiet der übrigen kaukasischen Waldbäume umfasst nur noch den persischen Elborus oder den Taurus: nach ihrer Verbreitung zu schliessen, ist der Kaukasus selbst wahrscheinlich die Heimath der den Ulmen verwandten Planera (*P. Richardi*), die auch in Talüsch beobachtet wurde. Eine zweite einheimische Juglandee (*Pterocarya caucasica*) scheint vom persischen Elborus zu stammen, der Ausgangspunkt der oben berührten Wanderungen der orientalischen Tanne (*P. orientalis*) bleibt ungewiss. Auch die alpine Flora des Kaukasus zeigt ähnliche Beziehungen theils zu den Alpen, theils zu den asiatischen Gebirgen bis zum Altai und Himalaja. Ich habe mich nicht bemüht, das Verhältniss der Arten von weiter Ausbreitung zu den endemischen zu ermitteln, auch scheint die Kenntniss der alpinen Region noch ziemlich lückenhaft zu sein: indessen darf man annehmen, dass der Kaukasus mit eigenen Centren ziemlich reichhaltig ausgestattet sei, wenn auch nicht in gleichem Grade wie der Taurus und die Alpen.

Die Verbindungen des Tieflands mit den Pussten Ungarns wurden schon früher erörtert, ähnlich verhalten sich überhaupt die östlichen Zonen des Waldgebiets. Nach Westen werden die Pflanzen, welche das Steppenklima ertragen, allmälig immer seltener. Schon jenseits Ungarns sinkt die Zahl bedeutend, das Becken von Wien ist für einige Steppenpflanzen eine deutliche klimatische Westgrenze [127]).

Mit der Mediterranflora ist das Steppengebiet in der Weise verknüpft, dass an der westlichen Abdachung Anatoliens und in Syrien keine scharfen Grenzen bestehen, sondern ein allmäliger Uebergang anzunehmen ist. Aus ihrer Verbreitung kann man indessen bei den diesen beiden Floren gemeinsamen Pflanzen in vielen Fällen auf die Richtung ihrer Wanderungen schliessen. Entweder bewohnen sie, über

die ganze Mediterranflora verbreitet, grossentheils nur solche Gegenden des Steppengebiets, die gegen die Winterkälte mehr geschützt sind (50), oder sie gehen umgekehrt von den Steppen aus und sind in diesem Falle auf die östlichen Halbinseln des Mittelmeers beschränkt, wo die Vegetationszeit sich verkürzt (64). Von dieser letzteren Reihe sind endlich noch diejenigen Arten abzusondern, die, nur Anatolien oder Syrien und der griechischen Halbinsel gemeinsam, die östliche oder westliche Richtung ihrer Einwanderung aus der Gestalt ihres Wohngebiets nicht erkennen lassen (50). Die beigefügten Ziffern beziehen sich auf Verzeichnisse dieser Pflanzen, deren Verbreitung im angegebenen Sinne sich aus Dokumenten meiner Sammlung nachweisen liess: von diesen habe ich einige charakteristische Beispiele in den Noten mitgetheilt [128]). Das eigenthümliche Verhältniss Spaniens zu der Steppenflora wurde schon im Abschnitt über das Mittelmeergebiet besprochen.

Die Verbindung der asiatischen Steppenflora mit der Sahara [129]) ist in den meisten Fällen auf die Grenzländer von Syrien, Mesopotamien, Persien und Beludschistan eingeschränkt, wo der klimatische Uebergang ebenso allmälig eintritt wie der zur Mediterranflora an den östlichen Küsten des Mittelmeers. Eine unmittelbare und ausgedehnte Berührung beider Floren findet indessen fast nur in Arabien statt, durch die geographische Absonderung werden die Wanderungen erschwert. Dennoch würde die Vermischung der Arten unter so ähnlichen Lebensbedingungen gewiss einen noch höheren Grad erreichen, wenn nicht die Sahara überhaupt so arm an Pflanzen wäre und jene mässige Anzahl von gemeinsamen Erzeugnissen doch schon einen beträchtlichen Theil ihrer Vegetation ausmachte (etwa 10 Procent).

Da die Flora der Sahara über Arabien hinaus bis in die wüsten Landschaften der Niederung am Indus sich ausdehnt, so berührt sie sich hier noch einmal mit den Steppen. Hiedurch wird die Vermischung der afghanischen Flora mit den tropischen Formen Indiens gehemmt, in höherem Maasse als am Südabhang des Himalaja, an dessen Fuss eine solche in beschränkter Weise stattgefunden hat [130]).

Wie endlich die Steppenflora sich an ihrer östlichen Abdachung zu China verhält, ist noch ganz unbekannt. Die Forschungen zu Peking sind die einzigen, die man darüber besitzt, und diese geben wenig Aufschluss, weil daselbst die Charakterzüge der chinesischen Flora noch wenig entwickelt sind.

V.

CHINESISCH-JAPANISCHES GEBIET.

Klima. Das chinesische Tiefland hat mit Einschluss des japanischen Archipels vor Europa einen grossen Vorzug: eine regelmässigere Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge. Dies ist die Folge der hier zu der höchsten Breite (in China bis 40°, in Japan bis 45° N. B.) reichenden Monsune, von denen die Bewölkung des Himmels bedingt ist. So weit die hohen Bodenanschwellungen und Tafelländer sich ausdehnen, finden wir sie nicht, weil ungeachtet des auf ihren Höhen verminderten Luftdrucks die Erwärmung der Atmosphäre zu gering ist, um aufsteigend aspirirende Strömungen zu erzeugen. Der Südwestwind der Sommermonate ist an das tiefe Niveau geknüpft, welches China mit der malayischen Halbinsel verbindet. Der Aspirationsgürtel liegt da, wo bei gleichem Niveau der atmosphärische Druck am geringsten ist. Die Ursache dieser Auflockerung der Luft ist indessen nicht leicht einzusehen, da in der Richtung, aus welcher der Monsun weht, die Sommerwärme grösser wird als in China[1]). Als eine Folge der Solstitialbewegung kann doch nur die höhere Wärme der Atmosphäre wirken, welche aufsteigende Luftströmungen veranlasst. Im Tieflande Chinas sollte man während des Sommers eine stärkere Erhitzung der Atmosphäre annehmen als auf der vom indischen Meere umspülten malayischen Halbinsel. Aber die meteorologischen Messungen an der Erdoberfläche widersprechen dieser Folgerung. Es scheint, dass die grössere Masse der durch die Sonne bewegten Luft über dem Kontinent von bedeutenderem Einflusse auf die Richtungen der Aspiration ist als die Höhe ihrer Temperatur. Die Insolation ist noch in Peking (40° N. B.)

kräftig genug, um einen aufsteigenden Luftstrom zu erzeugen, der den atmosphärischen Druck vermindert und den Südwestmonsun so weit über den Wendekreis hinaustreibt. Die aspirirenden Wirkungen verstärken sich mit dem wachsenden Umfange des Festlands. Denn dieser Linie niedrigsten Luftdrucks entspricht, wenn die Sonne sich dem nördlichen Wendekreis nähert, im Verhältniss zum indischen Meere die grösste Axe des asiatischen Kontinents, die von Beludschistan zum nördlichen Japan denselben durchschneidet. In dieser Richtung sind die Luftmassen, welche der feste Erdboden erwärmt und in Bewegung setzt, am grössten, vom Einflusse des Meers am unabhängigsten. Das hohe Niveau Centralasiens drängt diesen Aspirationsgürtel nach Süden, aber im östlichen Tieflande bildet er sich aus.

Wenn nun im Frühlinge der nordöstliche Monsun, der den Herbst und Winter hindurch vom Oktober bis zum April herrschte, in den Südwest übergeht, der in den beiden anderen Jahrszeiten mehr oder weniger regelmässig anhält, treten in China und Japan die stärksten Niederschläge ein, welche im Mai und Juni dem jungen Reis, dem Hauptgetraide des östlichen Asiens, zu Gute kommen. Bis zu diesem Zeitpunkte war der Erdboden durch die nächtliche Ausstrahlung abgekühlt, nun werden die Tage lang, die Wirkungen der Sonne überwiegend. Die erhitzte Atmosphäre aspirirt jetzt die weniger erwärmte Luft des indischen und chinesischen Meers und verdichtet ihren Wasserdampf, bis allmälig sich das Gleichgewicht zwischen Heiterkeit und Umwölkung des Himmels herstellt und im Nachsommer eine grössere Trockenheit eintritt.

Diese regelmässigen Einwirkungen der Niederschläge auf diejenigen Phasen der Vegetation, wo die grünen Organe, im stärksten Wachsthum begriffen, der meisten Feuchtigkeit bedürfen, und die hohen Temperaturen der heiterer werdenden Sommermonate, in denen die Früchte sich ausbilden, werden längs der asiatischen Ostküste vom Wendekreise bei Canton an bis zum nördlichen China und ebenso in Japan beobachtet[2]). Aber auch im Inneren des von Mittelgebirgen und Hügeln durchzogenen, weiten Tieflandes sind dieselben Verhältnisse nachgewiesen[3]), so viel Wasserdampf auch hier dem Südwestmonsum in den vorliegenden Landschaften Hinterindiens verloren gehen muss. An dem oberen Yangtsekiang, in der Provinz Szetschuan (28—30° N. B.) folgt dem heissen Frühling und dessen häufigen Gewittern eine längere Regenperiode.

Während in Europa diesseits der Alpen, je nachdem der Wechsel der Polar- und Aequatorialströmungen der vegetativen Entwickelung günstiger ist oder nicht, Jahre der Fruchtbarkeit oder des Misswachses vorkommen und die Bewohner zufrieden sind, wenn sie eine Mittelernte erzielen, kann in China die Bestellung des Ackers so eingerichtet werden, dass der höchste Bodenertrag unfehlbar eintritt. Das Wetter lässt sich sicher voraussehen und beschränkt nicht die Reife der Körner, wenn die richtigen Früchte nach der Jahrszeit ausgewählt wurden. Nur an seltenen Katastrophen, wie Wasserfluthen, können die Ernten zu Grunde gehen, oder wenn einmal, wie es ausnahmsweise sich ereignen kann, die Niederschläge ausbleiben, und dann ist in dem dichtbevölkerten Lande eine Hungersnoth die unausbleibliche Folge. Der gewöhnliche Verlauf der Jahrszeiten ist ebenso regelmässig geordnet wie unter den Tropen. Die alterthümliche Sitte, dass der Herrscher des Landes an einem bestimmten Tage selbst den Pflug ergreift und den Acker bestellt, erinnert daran, dass man frühzeitig erkannte, wie alle Wohlfahrt des Volks auf die Sorgfalt des Landbaus zurückzuführen ist. Wenn man allgemein angenommen hat, dass die Blüthe der chinesischen Agrikultur und die davon abhängige Dichtigkeit der Bevölkerung in den ausgeweiteten Stromthälern neben der Fruchtbarkeit des Bodens nur die Folgen sorgsamer, gartenähnlicher Bestellung und sparsamer Benutzung stickstoffreichen Düngers seien, so treten diese Segnungen betriebsamer und einsichtsvoller Arbeit doch weit gegen die Vortheile des Klimas zurück, welche das östliche Asien vor Europa voraus hat.

Da der Ackerbau nicht, wie bei uns, durch die Verbindung mit der Viehzucht im Gleichgewichte der Fruchtbarkeit erhalten wird, konnte der Anbau der Nahrungspflanzen sich erweitern. Die fruchtbaren Erdkrumen sind in China dem Menschen durchaus dienstbar gemacht, kein Raum ist den grösseren Hausthieren übrig geblieben. Keine Wiese, kein Futtergewächs ist hier zu erblicken, nur Felder und Terrassenkulturen neben humuslosen Felsöden, die ursprüngliche Vegetation ward auf die Höhen zurückgedrängt. Weniger als in Europa ist geleistet worden da, wo die Natur den angemessenen Boden versagte, die Scholle zu verbessern und auch dem spröderen Erdreich die Früchte abzugewinnen. Dass, um den durch die Vernachlässigung der Viehzucht verlorenen Dünger zu ersetzen, die Abfälle und Fäulnissprodukte aus den Städten sorgfältiger gesammelt

und in geeigneter Weise verwendet werden, ist zwar eine nachahmenswerthe Förderung der organischen Ernährung, und Aehnliches leisten die zum Unterpflügen bestimmten Grünpflanzen, die als Sammler der Stickstoffverbindungen zu betrachten sind, aber in anderen Richtungen, nicht bloss in wissenschaftlicher Erkenntniss der Kulturbedingungen, sondern auch im praktischen Betriebe ist die Intelligenz des europäischen Landwirths den Chinesen überlegen und erreicht doch in einem weniger gesicherten Klima nur ausnahmsweise gleich grosse und zugleich dauernde Erfolge. Durch die Bestellung des Ackers mit flüssigen Düngstoffen wird in China besser für das Wachsthum der organischen Gewebe als für ihre mineralische Ernährung gesorgt. Von allgemeinerer Bedeutung ist daher der reiche Ersatz dieser letzteren Klasse von Nahrungsstoffen durch das fliessende Wasser, durch die Ströme, die mit ihren Nebenflüssen, wie ein dicht verzweigter Baum, das ganze Tiefland erfüllen, und von denen der Hoangho und der Yangtsekiang, nach der Länge ihres Laufs gemessen, nächst dem Nil die grössten der alten Welt sind. Vom Künlün in Centralasien ausgehend, führen sie aus unzähligen Gebirgsquellen die befruchtenden Stoffe unerschöpflich den Niederungen zu. Die Anschwellungen des oberen Yangtsekiang betragen zur Zeit der Regenperiode im Frühling wenigstens 20 und oft mehr als 30 Fuss[3]). Vermöge dieses wechselnden Wasserstandes werden die Schlammtheile, wie in Aegypten, über die weite Thalfläche ausgebreitet und die Irrigationen, durch eine grossartige Kanalisation erweitert, sind in China die Hülfsmitel der Ernährung, nicht, wie dort, die Bedingungen des Wachsthums.

Dass aber die Schwellungen des fliessenden Wassers nicht von Regengüssen ferner Quellgebiete, sondern von den Niederschlägen im Tieflande selbst herrühren, führt uns zu einem zweiten Moment in der Würdigung des Monsunklimas, welches in Japan, wo die grossen Stromniederungen fehlen, in Beziehung auf vortheilhafte Bewässerung nicht minder wirksam ist. Dieses besteht in der tropischen Intensität der Niederschläge, die eine Wassermasse entladen, wie in Europa kaum an einzelnen, dem Meere frei zugewendeten Bergabhängen beobachtet wird. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass in China und Japan durchschnittlich wenigstens die dreifache Menge jährlichen Regens fällt wie in Westeuropa[4]). Wo aber auch, wie an der norwegischen Küste bei Bergen, in den westlichen Grafschaften Nordenglands, in Portugal und im Friaul die Regen-

messungen die des östlichen Asiens erreichen, fehlt doch die Periodicität der Niederschläge, welche [5]) hier das Anschwellen der Flüsse und die in Folge dessen eintretenden Schlammablagerungen in den überstauten Thalgründen veranlasst. Es hat nichts Auffallendes, dass in Canton und auf Hongkong die Regenmenge ebenso gross oder selbst grösser ist als in Calcutta [4]), da diese Orte ebenfalls in der Nähe des Wendekreises liegen, allein in Jeddo, in der Breite von Malta, sind die Niederschläge ebenso stark. Dass sie aber auch nicht bloss die Küstenlandschaften treffen, sondern dass die Frühlingsregen im Inneren Chinas gleichfalls eine viel grössere Wassermasse liefern als in Europa und Nordamerika, können wir eben aus dem wechselnden Wasserstande des Yangtsekiang entnehmen, der, in dürren Gebirgen entspringend, erst im Tieflande die Zuflüsse aus der Atmosphäre empfängt, durch welche er so hoch anschwillt wie kein anderer Strom der nördlichen gemässigten Zone ausser dem ihm benachbarten Brahmaputra. So allgemeine Wirkungen kann nur ein Monsun unter diesen Breitengraden hervorbringen. Erst in Peking, am Fusse der Gobi, sinkt die Regenmenge auf das Maass der europäischen Klimate (23″). So hoch nun die befruchtenden Einflüsse der starken Niederschläge Chinas auf den Reisbau und andere Kulturgewächse anzuschlagen sind, wodurch theils ihrem Wasserbedarf entsprochen, theils mittelbar die Zuführung mineralischer Nährstoffe gesichert wird, so stehen sie doch zugleich mit dem Charakter der einheimischen Flora in einer noch engeren Beziehung. Die ausgezeichnetste Eigenthümlichkeit derselben besteht in der Mischung europäischer mit gewissen tropischen Pflanzenformen. Für die europäische Flora ist eine jährliche Regenmenge, die über 20 Zoll hinausgeht, ein Ueberfluss, der von keinen Aenderungen in der Vegetation begleitet ist. Anders aber verhält es sich mit solchen tropischen Gewächsen, deren Wasserbedürfniss grösser ist, und von denen diejenigen, die, wie die Bambusen des Himalaja, nur des tropischen Regens, nicht aber tropischer Wärme bedürftig sind, unter diesen Bedingungen bis zu höheren Breiten gedeihen können. In jenen isolirten Gegenden Europas, wo die Niederschläge ebenso stark sind, würden die Bambusen doch schwerlich fortkommen, weil nicht bloss ihr Wasserbedarf so gross ist, sondern weil der intensive Zufluss auch mit der Periode ihres Wachsthums zusammentreffen muss, aber im östlichen Asien werden beide Bedingungen ihrer Vegetation erfüllt. Hier finden wir diese Gramineenform auf den den

Kontinent begleitenden Archipelen in Japan allgemein und eine Andeutung derselben noch auf den kurilischen Inseln (bis 46° N. B.). Auf diesem Verhältniss beruht es auch, dass die chinesische Flora in näherer Beziehung zum Himalaja als zum indischen Tieflande steht, und hierin werden wir auch die Erklärung der sonderbaren Erscheinung erblicken, dass die chinesische Theekultur in dem feuchtwarmen Klima Assams gelungen ist.

Freilich wird auch durch den kontinentalen Zusammenhang Chinas mit der malayischen Halbinsel die Einwanderung tropischer Pflanzen befördert. Denn das tropische Klima geht in das der gemässigten Zone nirgends so unmittelbar und allmälig über wie hier, wo die Schranken nicht bestehen, die im westlichen Asien durch die Steppen, am Mittelmeer durch die Sahara, in Nordamerika durch die Prairieen gegeben sind. Das südliche China besitzt daher eine Uebergangsflora, in nördlicher Richtung mindern sich nach und nach die tropischen Bestandtheile, eine einheimische Palme (*Chamaerops excelsa*) bewohnt noch die Insel Nipon, aber keine andere indische Pflanzenform reicht so weit wie die Bambusen, die auch im Himalaja bis zur Baumgrenze ansteigen. Indessen sind die physiognomischen Hauptzüge der chinesischen Flora schon auf der nackten, felsigen und doch pflanzenreichen Insel Hongkong (22° N. B.) deutlich zu erkennen, wiewohl die Flora daselbst noch vorherrschend indisch und von der japanischen durchaus verschieden ist. Bentham [7]) bemerkt, dass viele indische Pflanzen in Hongkong ihre Nordgrenze erreichen, dass die feuchteren Waldschluchten mit dem östlichen Himalaja Vieles gemein haben, aber wahrscheinlich auf dem Kontinent zu diesem ein allmäliger Uebergang bestehe. Nordwärts sei indessen längs der Küste die Absonderung eine entschiedene, die tropischen Bestandtheile wären schon in Amoy (24° N. B.) fast völlig verschwunden, nur 80 japanische Gewächse in Hongkong aufgefunden (etwa $^1/_{13}$ der Gesammtflora). Selbst von solchen Himalaja-Pflanzen, die sich über China bis Japan verbreiten, kämen auf Hongkong nur wenige Arten vor. Allein die schroffe Absonderung dieser Insel ist wohl nicht allein aus klimatischen Ursachen, sondern auch aus den Hindernissen abzuleiten, welche das Meer ihren Wanderungen entgegensetzt. Denn die Wintertemperatur, die hier allein in Betracht kommen könnte, ändert sich vom Wendekreise aus langsam [8]) und sinkt erst im nördlichen China so beträchtlich, dass das Klima vor Peking ein kontinentaleres Gepräge annimmt.

Dies ist nun das dritte klimatische Moment, welches die chinesische Flora beeinflusst und sie mit der des nördlichen Asiens und Europas in Verbindung setzt. Das aus kühlen Sommern und harten Wintern gemischte Klima der sibirischen Ostküste ist in China nicht mehr nachzuweisen. Ueberall, selbst in Japan noch zu Jeddo, steht die Sommerwärme hoch, ohne dass die Wintertemperatur in nördlicher Richtung beträchtlich, wie im inneren Asien, abnimmt. Der Einfluss des Meers auf den Winter ist überwiegend, wogegen die auf die Regenperiode des Monsuns folgende Heiterkeit des Sommers eine starke Insolation veranlasst. In Japan trägt auch der warme, japanesische Meeresstrom dazu bei, die Winterkälte zu mässigen, der bis Jeddo die Ostküste des Archipels begleitet. Das excessivere Klima Pekings erklärt sich aus der Wirkung der Monsune insofern, als die Wintermonate, während die nördlichen Winde herrschen, heiter sind und im Sommer die entgegengesetzte Luftströmung warme Luft aus dem Süden herbeiführt. Die Verschiedenheiten der Temperaturkurve äussern auf das Verhältniss zwischen den tropischen und europäischen Pflanzenformen ihren Einfluss, ohne dass der Charakter der Flora sich in dem Maasse ändert, wie dies in der Mandschurei der Fall ist, wo mit der abnehmenden Sommerwärme und der längeren Dauer des Winters die Flora des Amur und die nordische des Küstenklimas sich bereits zu berühren anfangen. Noch bei Peking finden sich immergrüne Eichen (*Quercus chinensis*) wie bei Jeddo: übrigens hat hier, am Fusse der Gobi, wo der Monsun keine periodische Regen mehr erzeugt, die Flora durch den Ausschluss tropischer und die Aufnahme mandschurischer und Steppenpflanzen ihre Charakterzüge doch schon fast vollständig eingebüsst.

Vegetationsformen. Da, mit den übrigen Gebieten der alten Welt verglichen, die Flora Chinas und Japans aus europäisch-sibirischen und indischen Vegetationsformen gemischt erscheint, und da die ersteren nach ihren klimatischen Bedingungen bereits erörtert wurden, die letzteren aber passender in dem tropischen Monsungebiete Asiens darzustellen sind, so bleibt uns hier nur die Aufgabe, bei den vorherrschenden oder in anderer Beziehung charakteristischen Gewächsen zu verweilen und auf dieser Grundlage ein physiognomisches Bild der Vegetation zu entwerfen. Allein das Innere Chinas, Korea und Formosa sind botanisch noch fast ganz unerforscht geblieben, die Nordgrenzen einzelner tropischer Formen lassen sich noch nicht angeben, und somit kann eine solche Uebersicht auch in

diesem beschränkten Sinne keineswegs als abgeschlossen betrachtet werden. Sie würde noch lückenhafter erscheinen, wenn nicht die Uebergangslandschaften zu den Nachbarfloren im Norden und Süden, auf den Inseln Sachalin [8]) und Hongkong [7]) bereits eine umfassendere Bearbeitung gefunden hätten, und wenn China bis zur Grenze der Steppen nicht so gleichartig gebaut wäre. Hier ist durch den ausgedehnten Anbau des Bodens die ursprüngliche Vegetation zurückgedrängt worden, und, wenn auch an Einzelheiten in den unerforschten Gegenden uns vielleicht das Meiste noch entgeht, so wird doch in den physiognomischen Hauptzügen wenig Neues zu erwarten sein.

Unter den allgemeinen Erscheinungen, wodurch die Flora des östlichen Asiens von der europäischen abweicht, ist eine der merkwürdigsten die im Verhältniss zu anderen Pflanzenformen ungemein vermehrte Anzahl verschiedenartiger Holzgewächse, nicht so sehr der Sträucher und holziger Schlingpflanzen als der Bäume selbst. In dieser Beziehung nähern sich China und Japan den Tropenländern, deren Wälder sich durch ihren gemischten Baumschlag von denen der gemässigten Zone unterscheiden. In den höheren Breiten des östlichen Asiens ist dieses Verhältniss nicht etwa bloss die Folge von dem Eindringen tropischer Baumformen in das Monsunklima, so sehr dieses auch dabei mitwirkt, sondern es drückt sich in gleichem Maasse auch in solchen Pflanzenfamilien aus, aus denen in der gemässigten Zone der Bestand an Holzgewächsen zusammengesetzt ist, so in Japan bei den Coniferen, den Amentaceen und den Ericeen. In Hongkong, wo Bewaldung nur in wenigen, noch dazu zum Theil angebauten Thalschluchten angetroffen wird, ist die Anzahl der Holz bildenden Pflanzen beinahe halb so gross als die aller übrigen Gewächse (1 : 2). Hiemit verglich Bentham [7]) eine Insel des Mittelmeers (Ischia), wo dieses Verhältniss um mehr als das Fünffache vermindert sei (1 : 11). Wenn aber auf Hongkong auch die tropischen Bestandtheile überwiegen, so sind doch in Japan andere Holzgewächse ebenfalls sehr zahlreich. Zuccarini [9]) schätzte hier das Verhältniss der Bäume und Sträucher zu den übrigen Pflanzen auf ein Drittel (1 : 3) : durch die heutige Kenntniss der japanischen Flora ist dasselbe etwas vermindert worden, doch beträgt es nach Miquel [10]) immer noch ein Viertel (1 : 4) und ebenso viel im nördlichen China bei Peking. Diese Mannigfaltigkeit von Holzgewächsen ist weit grösser als im nordamerikanischen Waldgebiet [1 : 6] [11]), womit man Japan

in dieser Beziehung hat vergleichen wollen, wo aber das Verhältniss dasselbe ist wie am Amur und in Ostsibirien. Durch die Beimischung der tropischen Baumformen, der Laurineen und Bambusen, wird in Japan, wie in China, dieses Verhältniss erheblich gesteigert: von den ersteren kennt man aus Japan bereits 26, von den letzteren 14 Arten. Aus dem klimatischen Einfluss der stärkeren Niederschläge ist nur das Vorkommen tropischer Formen, nicht aber die Mannigfaltigkeit der Arten und Gattungen zu erklären, um so weniger, als hier der Baumschlag in einem einzelnen Bestande nicht nach Art der Tropenwälder gemischt, sondern oft ebenso einfach ist wie in anderen Ländern unter gleicher Breite. Wir erkennen darin eine Eigenthümlichkeit dieser ostasiatischen Vegetationscentren, die vielleicht mit ihrer insularen Absonderung zusammenhängt, so dass es wünschenswerth wäre, sie mit dem inneren China vergleichen zu können. Hierüber ist im Allgemeinen zu bemerken, dass den Holzgewächsen durchschnittlich engere Wohngebiete zukommen als den Gewächsen von kürzerer Lebensdauer. Bentham[7]) versuchte dies aus den geringeren Hülfsmitteln ihrer Fortpflanzung zu erklären. Obgleich nämlich die Holzgewächse von dem Boden, den sie im Besitz haben, viele andere Pflanzen durch Beschattung und Entziehung der Nahrungsstoffe fern halten, werde doch der Vortheil ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit durch die geringere Zahl ihrer Individuen mehr als ausgeglichen. Die kleineren Gewächse erzeugen, nach der Masse ihrer Individuen berechnet, eine so viel grössere Masse von Samen, dass sie überall den frei gegebenen Raum leicht einnehmen und auch die Holzgewächse nicht aufkommen lassen, die auf ihren frühsten Entwickelungsstufen leichter verletzbar sind und mehr Schutz bedürfen. Vergleichungsweise werden also diese leichter in ihrem Endemismus verharren, aber dadurch ist noch keineswegs aufgeklärt, dass in Japan mehr verschiedene Holzgewächse als in anderen Ländern von ähnlichem Klima entstanden sind.

Stellen wir die einzelnen Baumformen Chinas und Japans denen anderer Gebiete der nördlichen gemässigten Zone gegenüber, so finden wir, ähnlich wie am Mittelmeer, die immergrünen Blattorgane vorherrschend. Der Milde des Winters und der langen Dauer der Vegetationsperiode entsprechend, sind auch hier die Nadelhölzer mit der belaubten Lorbeerform verbunden. Schon bei Canton[12]) wird die spärliche Bewaldung, die auf den felsigen Hügeln der Küste sich erhalten hat, ausschliesslich von einer Kiefer gebildet, die der euro-

päischen sehr ähnlich ist (*Pinus chinensis*). Aber gerade bei den Nadelhölzern ist die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen am grössten und übertrifft sogar die des nordamerikanischen Waldgebiets. Von Coniferen sind allein aus Japan bereits mehr als 30 Arten [13]) bekannt geworden, und unter diesen sind mehrere monotypische Gattungen enthalten. Ueberhaupt finden wir unter den Nadelhölzern fast nur endemische Arten, die jedoch zum Theil den europäischen Tannen und Kiefern nahe stehen und ihnen physiognomisch gleichen. Einige sind durch ihre Grösse und durch die schöne Symmetrie ihres Wachsthums ausgezeichnet: solche Bäume dienen den buddhistischen Tempeln zum Zierrath, in deren Umgebung sie gepflanzt werden. Von zwei Arten hat Fortune [14]) physiognomische Skizzen gegeben, von der Schirmfichte Japans (*Sciadopitys*), bei welcher die schlanke, mit den dichtesten Nadeln verhängte Krone einen regelmässigen, aus breiter Grundfläche verjüngten Kegel bildet, dessen Längsdurchmesser (etwa 80′ hoch) den kurzen Stamm um das Fünffache übertrifft, und von einer weisslich berindeten Kiefer des nördlichen Chinas (*Pinus Bungeana*), die durch ihre Verzweigung merkwürdig ist, indem in geringer Höhe über dem Boden acht bis zehn Hauptäste steil wie Masten emporwachsen und erst an ihrem oberen Theile sich in verschlungene Kronen auflösen. Auch unter denjenigen Coniferen, deren Nadeln zu Schuppen verkürzt sind (z. B. *Thujopsis*, *Chamaecyparis*), erscheint die chinesische Cypresse (*Cupressus funebris*) für den dortigen Gräberkultus besonders ausdrucksvoll, da ihre Zweige, wie bei einer Trauerweide herabhängend, die beiden Symbole des Schmerzes, die dunkle Färbung mit der niedergesenkten Haltung verbinden. Mit den europäischen Coniferen verglichen ist ferner die Mannigfaltigkeit der Blattorgane bedeutend erweitert. Hier tritt auch das breitere Olivenblatt tropischer Formen auf (*Podocarpus*), und in einer monotypischen Gattung (*Gingko*) nimmt das durch die Gefässbündel gestreifte Laub eine so eigene, rhombische, vorn eingeschnittene und gelappte Gestalt an, dass es sich kaum mit irgend einem anderen Baume vergleichen lässt und nur durch die Festigkeit des Gewebes an das Lorbeerblatt erinnert.

Sind in den Wäldern Ostasiens die Nadelhölzer vorherrschend, so ist die Lorbeerform, welche sie begleitet, durch weit verschiedenartigere Organisationen vertreten als am Mittelmeer, nicht bloss durch Amentaceen, durch immergrüne Eichen, wie dort, sondern auch durch andere Familien; zahlreiche Laurineen treten auf, ihnen fol-

gen einige Magnoliaceen und Ternstroemiaceen. Die immergrünen Eichen, die noch bei Jeddo gewöhnliche Waldbäume sind, erreichen indessen Sachalin nicht; die Laurineen nehmen schon in Nipon ab: der Kampherbaum (*Cinnamomum Camphora*) begleitet die Nadelhölzer auf der Insel Chusan und bewohnt Kiusiu in Japan, wird aber unter nördlicheren Breiten nicht mehr als einheimisch erwähnt. Die tropischen Vertreter der Lorbeerform auf Hongkong gehören zu einer noch grösseren Reihe von Familien als in Japan. Die Erscheinung, dass sie in nördlicher Richtung sich immer mehr vereinfachen, dass weiterhin, wie in Südeuropa, nur noch immergrüne Eichen übrig bleiben und zuletzt auch diese in Sachalin verschwunden sind, kann so aufgefasst werden, als ob die Annahme bestimmter geographischer Grenzen des ostasiatischen Florengebiets überhaupt ganz willkürlich sei. Man könne vielmehr sagen, dass im Süden ein allmäliger Uebergang der chinesischen Flora in die indische, im Norden in die Amurflora stattfinde. Miquel hat sich in der That in diesem Sinne ausgesprochen [10]) und die Unterscheidung einer bestimmten japanischen Flora verworfen. Allerdings sind es nur klimatische Werthe, nach denen ich den geographischen Umfang des chinesisch-japanischen Vegetationsgebiets auffasse, auf der einen Seite die am Wendekreis sich ändernde Vertheilung der Jahrszeiten, auf der andern die Polargrenze der Monsunwinde. Allein wenn auch innerhalb dieses Gebiets ein allmäliger Wechsel der Vegetation eintritt, ähnlich wie bei dem Uebergange der südlichen in die nördlichen Landschaften des nordamerikanischen Waldgebiets, so bleiben doch selbst auf der Insel Sachalin noch deutliche Unterschiede von der Flora höherer Breiten übrig, die von Maximowicz [15]) bereits angedeutet, von Schmidt [8]) vollständiger nachgewiesen sind. Dieser Botaniker fand den Vegetationscharakter in den nördlichen Theilen der Insel bis zum Golf der Geduld mit dem der Küstenländer des ochotskischen Meerbusens ganz übereinstimmend [16]). Auf der südlichen Halbinsel Sachalins (49—46° N. B.), die von jenen durch Gebirgszüge abgesondert und gegen die nördlichen Winde geschützt sei, schliesse sich die Flora der nordjapanischen durch eine Reihe identischer Arten und durch Zunahme der Holzgewächse an. Nach dem Verzeichniss der von ihm beobachteten Pflanzen halte ich indessen diese Folgerung für zweifelhaft; das Auftreten der mongolischen Eiche und das Verhältniss der Holzgewächse zu den übrigen Pflanzen selbst (1 : 5) weisen vielleicht auf nähere Beziehungen zu der Amurflora als zur

japanischen hin. Es müssen nähere Nachrichten über Jeso abgewartet werden, die Maximowicz in Aussicht stellt, ehe die Frage entschieden werden kann, ob die beiden nördlichsten Inseln Japans passender mit der Flora des Amur oder mit Nipon zu verbinden sind. Da aber die Form der holzigen Gräser gerade bis zu derselben Breite reicht (49°, an der geschützten Westküste 51°), wo ein schrofferer Wechsel der Flora eintritt, so schliesse ich mich vorläufig den Ansichten jener Reisenden an und betrachte das südliche Sachalin als eine Uebergangslandschaft zwischen Japan und Sibirien. Jedenfalls hängen auch hier die Florengrenzen mit den von Schmidt hervorgehoben klimatischen Gegensätzen zusammen. Dasselbe lässt sich auch im Süden von Hongkong behaupten, wo die Polargrenzen mancher tropischen Familien (z. B. der Guttiferen und der Mangroveform) am Wendekreise ziemlich sicher beobachtet worden sind.

Neben der Lorbeerform sind in Japan auch die übrigen Baumformen des Mittelmeergebiets sämmtlich und zuweilen durch ähnliche Arten vertreten. Beispiele bieten uns die japanesische Buche (*Fagus Sieboldi*), welche man irrthümlich mit der europäischen für identisch gehalten hat, die Kastanie (*Castanea japonica*), eine Ulmacee (*Planera Kiaki*), deren Bauholz in Nipon geschätzt wird. Auch die übrigen Laubholzformen mit periodischer Blattentwickelung, die Linden, Eschen, Sykomoren, enthalten in China und Japan besondere Arten, meist aus denselben Gattungen wie in Europa. Am zahlreichsten sind die Ahornbäume (*Acer*), deren Farbenwechsel bei der Entlaubung in Nipon, ähnlich wie in Kanada, der Physiognomie der Herbstlandschaft zum Schmucke dient. Dass unter diesen Laubhölzern manche Arten mit denen der Amurflora sich als identisch erwiesen haben, erschwert aufs Neue die Feststellung einer natürlichen Vegetationsgrenze zwischen dem östlichen Sibirien und China. Die Mandschurei ist ebenfalls, wie das nördliche Japan, eine Uebergangslandschaft, wo mit der zunehmenden Dauer des Winters die chinesischen Pflanzenarten allmälig verschwinden und die nördlichen sich südwärts verbreiten können. Bis in die Nähe von Peking scheinen die Wälder noch ziemlich ausgedehnt zu sein. Der grosse Forst, der dem Kaiser von China zu seinen Jagden in der Mandschurei dient, soll 100 Stunden von Ost nach West messen [17]). Von den Küsten des Golfs von Petscheli aus werden die Verhältnisse des Ackerbaus und der Viehzucht den sibirischen und europäischen ähnlicher, und dies ist ohne Zweifel eine Folge von dem Aufhören des Monsunklimas. Aber

botanisch ist die südliche Mandschurei noch fast ganz unbekannt, und künftige Forschungen werden vielleicht zu einem ähnlichen Ergebniss wie in Europa führen, dass die chinesische Flora von der des Amur durch die immergrünen Eichen naturgemäss abzugrenzen sei. In diesem Falle wäre die jetzt nach Analogie mit Japan angenommene Grenze von der südlichen Biegung des Amur bis Peking (40° N. B.) zurückzuschieben.

Durch die Oleander- und Myrtenform ist die physiognomische Aehnlichkeit der ostasiatischen Flora mit dem Mittelmeergebiet auch in der Reihe der Sträucher ausgedrückt. Von herrschenden Maquis, die den Boden einnähmen, ist freilich nicht die Rede, aber um so mehr von dem Reichthum und der Blüthenschönheit der immergrünen Gebüsche, die den europäischen Treibhäusern die Camellien und andere werthvolle Zierden dargeboten haben, und unter denen der Theestrauch wegen der eigenthümlichen Bedingungen seiner Kultur zu einer genaueren Untersuchung auffordert. Mit Ausnahme der breitblätterigen Ericeen (z. B. *Rhododendron*) haben die immergrünen Sträucher mit denen Südeuropas wenig Verwandtschaft. Am merkwürdigsten ist in dieser Beziehung wohl durch die weite Ausdehnung des Wohngebiets der Buxus (*B. sempervirens*), indem dasselbe nach Hooker's und Bentham's Auffassung der Variationen dieses Strauchs [18]) von West- und Südeuropa über die Gebirge in den Steppen und den Himalaja bis China und Japan sich erstrecken soll. Die Familien, zu denen die immergrünen Sträucher Chinas und Japans gehören, haben grossentheils zu denen Indiens und des Himalaja eine nähere Beziehung als zu Europa oder Nordamerika: voran stehen die Ternstroemiaceen (*Camellia, Thea, Eurya*), sodann sind die Rubiaceen, Myrsineen und Styraceen, ferner die Ilicineen und Corneen (*Aucuba*) durch die Anzahl der Arten oder durch ihr häufiges Vorkommen charakteristisch. Neben den Nadelhölzern sind diese Gesträuche die Pflanzenformen, die bei dem Besuch der waldigen Mittelgebirge und Hügelketten Japans von den Reisenden stets erwähnt werden, indem die Anmuth des dortigen Landschaftscharakters durch sie bestimmt wird. Der merkwürdigste aber von allen diesen immergrünen Sträuchern ist der chinesische Theestrauch (*Thea viridis*), der, der Camellia nahe verwandt, als Beispiel von den klimatischen Bedingungen der Oleanderform im östlichen Asien dienen kann.

Da durch die Theekultur Europa und Amerika von China und

Japan merkantilisch abhängig sind und sich hieran ein hohes ökonomisches Interesse knüpfte, weil zum Austausch in dem Opiumhandel nur ein bedauernswerther und unzureichender Ersatz jenen Ländern zurückgegeben werden konnte, so war es eine der wichtigsten Aufgaben, die Thatsachen zu erforschen, weshalb der Anbau des Theestrauchs in anderen Klimaten nicht gelingen wollte. Denn hiemit verhält es sich anders wie mit den tropischen Pflanzenkulturen, die in den gemässigten Zonen unmöglich sind. Der Handel mit den Erzeugnissen ungleicher Breitengrade hat eine natürliche Grundlage und gleicht sich gegenseitig aus, wenn die von der Natur weniger begünstigten Nationen die Hülfsquellen ihrer Industrie in die Wagschale legen. Bei dem Austausch zwischen verschiedenen Meridianen fehlt diese Ausgleichung, insofern der Anbau sowohl als die Arbeitskraft von physischen Bedingungen abhängen, die in derselben Zone gleichartiger sind. Warum sollte es nicht möglich sein, den Theestrauch, der in China unter dem 30. Breitengrade einheimisch ist und fast bis zum 40. in Japan gedeiht, auch nach Südeuropa oder nach den südlichen Vereinigten Staaten zu verpflanzen? Hieran schliesst sich ferner die Betrachtung, dass in den besten Theedistrikten Chinas, wo der geneigte Hügelboden diesem Kulturzweige dient, die Ebenen hingegen von Moruspflanzungen bedeckt sind, das zweite Haupterzeugniss des Landes, die Seide, in demselben Klima wie der Thee gewonnen wird. Nun hat sich im Mittelalter, als zur Zeit der Kreuzzüge und der mongolischen Eroberungen die Verbindungen Europas mit dem östlichen Asien lebhafter waren, der Seidenbau, der am mittelländischen Meere im sechsten Jahrhundert begann, daselbst weiter entwickelt, ohne dass der Theestrauch dem Maulbeerbaume gefolgt wäre. Warum könnten nicht, sollte man meinen, diese Gewächse auch hier vereint unter Naturbedingungen gebaut werden, die in China für beide wenigstens klimatisch dieselben sind? Die Abhänge des Appennin, der die lombardische Ebene umkränzt, gleichen den Boheahügeln und scheinen dazu einzuladen. Die Versuche, den Theestrauch in anderen Ländern zu akklimatisiren, sind lange Zeit bloss deshalb gescheitert, weil man weder die Natur des Gewächses, noch die Art des Anbaus hinlänglich kannte. Weil der Thee von Canton, also vom Wendekreise, kam, hielt man ihn für ein tropisches Erzeugniss. Der Theestrauch des südlichsten Chinas (*Thea Bohea*) liefert ein verhältnissmässig werthloses Produkt, entweder weil die Art von der der Theedistrikte (*Th. viridis*) wirklich

verschieden, oder weil das tropische Klima nachtheilig ist. Hieraus erklärt sich, dass alle Unternehmungen, die Theekultur in die tropischen Kolonien Asiens und Amerikas einzuführen, fehlgeschlagen sind.

Fortune war der Erste, der die Theedistrikte Chinas untersuchte und die Bedingungen des Anbaus, die Abhängigkeit der Theesorten von dem Zeitpunkt der Ernten und der Art ihrer Zubereitung, sowie die Verfälschungen des grünen Thees genauer kennen lehrte [19]). Ihm gelang es, die Theekultur nach Assam, in den östlichen Himalaja, mit Erfolg zu verpflanzen, wo man die ächte Art (*Th. viridis*) einheimisch gefunden hatte. Seitdem ist die Meinung allgemein geworden, dass die Theekultur überall in tropischen Gebirgsklimaten möglich sei, obgleich Assam doch schon beträchtlich weit ausserhalb des Wendekreises liegt. Aehnliche Versuche in den wärmeren Gegenden der gemässigten Zone zu unternehmen, wurde darüber vernachlässigt, nur in Amerika ist dies, anscheinend ohne Erfolg, empfohlen worden. Um diese Frage zu würdigen, müssen wir Fortune's Untersuchungen zu Grunde legen. Aus seiner Karte des Kulturgebiets der Theepflanzungen [19]) geht hervor, dass der beste Thee in der Nähe der chinesischen Küste, zwischen 27° und 32° N. B. erzeugt wird, die Polargrenze der Theekultur erreicht beinahe den 40. Breitengrad. Assam liegt mit den chinesischen Theedistrikten, die sich von der Provinz Tschekiang an der Küste bis Szetschuan an die Grenzen Tibets erstrecken, in gleicher Breite, aber wie verschieden ist übrigens das Klima. In Assam [20]) ist die Jahrestemperatur höher (19°), der Unterschied der Jahrszeiten geringer, aber es fehlt die Insolation, acht Monate vom März bis zum Oktober dauert die Regenperiode, und dichte Nebel herrschen im Winter. Unter derselben Breite ist in China der Winter zwar auch milde, aber der Theestrauch hat doch Frost zu ertragen, und in der Mitte des Sommers, nach der Regenzeit, steigt bei heiterem Himmel die Wärme ausserordentlich (auf 30° R.). Dazu ist die Theekultur in Assam auf die feuchtere Thalseite beschränkt [21]), wo der Strauch in tiefen Gründen unter so dichtem Baumschatten wächst, dass die Sonnenstrahlen nicht zu ihm eindringen. Die Kultur ist daher, wenn auch eine strengere Winterkälte sie ausschliesst, doch von der Temperatur in hohem Maasse unabhängig. Da ferner der Theestrauch auf einer so weiten Strecke vom östlichen Fusse des tibetanischen Himalaja bis zur Küste in China einheimisch ist oder gebaut wird, so ist anzunehmen, dass alle

Zwischenstufen des Klimas von Assam bis Shanghai seiner Vegetation gleichmässig entsprechen. Das Gemeinsame besteht nur in der Intensität der Niederschläge des Monsunklimas. Gegen die Vertheilung und Dauer derselben aber ist der Strauch um so unempfindlicher, als durch die Neigung und Beschaffenheit des Bodens die Wasseraufnahme durch die Wurzeln beträchtlich vermindert wird. Denn von der Erdkrume ist seine Kultur in weit höherem Grade bedingt als vom Klima. Er gedeiht nur da, wo das Wasser leicht abfliessen kann und die Erdkrume rasch austrocknet. Selbst in Assam kann er nur da gebaut werden, wo der Boden die Feuchtigkeit so rasch verschluckt, dass derselbe ungeachtet der beständigen Niederschläge vollkommen trocken und staubig erscheint. Das Gewächs ist reich an Aschenbestandtheilen, die wiederholte Entfernung der Blätter bei den Ernten steigert die Ansprüche an die mineralische Ernährung, und die starke, wenn auch vorübergehende Bewässerung scheint nothwendig zu sein, um diese Nahrungsstoffe aufzuschliessen. Auf ebenem, nassem und schwerem Boden gedeiht der Theestrauch nicht. Ueberhaupt bewohnen die immergrünen Gesträuche Chinas und Japans nicht die Thalflächen, sondern vorzugsweise die Abhänge des Hügellandes. Ist es erlaubt, aus der Theekultur auf die Bedingungen des Vorkommens auch bei den übrigen zu schliessen, so scheinen sie von denen des Mittelmeergebiets in mehrfacher Beziehung abzuweichen. Sie stimmen nur darin überein, dass ein milder Winter ihnen Bedürfniss ist, und dass im feuchten Frühling eine neue Belaubung stattfindet. Ein regenloser Sommer von hoher Wärme begleitet sie in Südeuropa, im östlichen Asien sind sie gegen diesen Einfluss gleichgültig. Aber hier empfangen sie weit stärkere Niederschläge als dort [2]). Die reiche Belaubung, die grössere Blattfläche der Camellien, die leichte Erneuerung der Blätter des Theestrauchs sind Wachsthumserscheinungen, die mit ihren höheren Nahrungsbedürfnissen in Verbindung stehen. Die klimatischen Bedingungen des Seidenbaus lassen sich nicht mit denen der Theekultur vergleichen. Obgleich in beiden Fällen die Blätter geerntet werden und ein neues Wachsthum sie aus den Knospen ergänzen muss, so bedarf das immergrüne Laub mit seinem festen Gewebe einer intensiveren Ernährung aus dem Boden als das periodische des Maulbeerbaums, und hiemit scheinen die Wasserzuflüsse in Verhältniss stehen zu müssen. Portugal ist vielleicht das einzige Land in Südeuropa, welches an seinen Küsten durch die Intensität der

Niederschläge den Theedistrikten ähnlich ist. In Nordamerika dürften nur einige Gegenden in der Nähe des mexikanischeu Golfs [21]) feucht genug sein, um Versuche der Theekultur räthlich erscheinen zu lassen. Allein es steht noch ein anderes, vielleicht unüberwindliches Hinderniss im Wege, die übrige Welt von dem hohen Tribut zu befreien, den ihr China in seinem Thee auferlegt, die ungewöhnliche Arbeitskraft, welche die Zubereitung desselben erfordert, und die nur in einem so dicht bevölkerten Lande beschafft werden kann, wo der Tagelohn zugleich beispiellos niedrig ist [19]). Hiedurch ist selbst in Assam, wo zwar das nahe Indien zur Verfügung steht, aber doch die Kosten sich höher stellen, die Theekultur gehemmt worden [22]).

Die Verbreitung des Theestrauchs von China bis zum östlichen Himalaja entspricht jener Reihe von tropischen Vegetationsformen, welche dem Monsunklima im östlichen Asien bis zu höheren Breiten folgen. Die Waldregionen der feuchten, Indien zugewendeten Ketten des Himalaja verhalten sich zu der chinesischen Flora ähnlich wie die Alpen zum nördlichen Europa. Auf dieselbe Weise, wie dort bei identischen Arten von Holzgewächsen, wiederholt sich hier bei den tropischen Formen der Vegetation die Erscheinung, dass, je höher sie an den Gebirgsabhängen ansteigen, sie auch in China und Japan weiter nach Norden reichen. In Sikkim, einer Landschaft des östlichen Himalaja, wo die Höhengrenzen der Pflanzenformen am besten bekannt sind, steigen unter allen Erzeugnissen eines tropischen Klimas die Bambusen am höchsten (bis 11300 Fuss), und so sind es auch solche Holz bildende Gramineen allein, die im südlichen Theil Sachalin's [8]) von Spuren tropischer Vegetation übrig bleiben (bis 49° N. B.) und auf den Kurilen [6]) die Insel Urup (46°) erreichen. Auf dem Festlande sollen sie etwa bis zum Golf von Petscheli vorkommen [23]), also bis zur Polargrenze der stärkeren und regelmässigeren Niederschläge des Monsunklimas. Wenn man in jenen Himalajaketten von der Bambusengrenze abwärts die Waldregionen hinabsteigt, folgen zunächst die Magnoliaceen und die atmosphärischen Orchideen (9400 Fuss), dann die Laurineen (8400′), die Farnbäume und der Pisang (6600′), zuletzt die Palmen (6100′) und die Cycadeen. In Japan hat man auf Jeso (42° N. B.) noch Magnolien [24]) und eine Vandee (*Calantha*) angetroffen, die, wiewohl auf dem Erdboden wachsend, zu den atmosphärischen Orchideen in nächster Beziehung steht. Die Polargrenze der Laurineen, einer

Familie, die weder bei Peking noch auf Jeso beobachtet wurde, bleibt genauer zu ermitteln, wird aber in Japan wahrscheinlich der Breite von Peking (40°) nahe stehen. Der Pisang trägt in Chusan (30° N. B.) keine reifen Früchte[25]), aber ein Farnbaum (*Alsophila podophylla*) ist auf dieser Insel noch einheimisch. Das gemeinsame Bedürfniss aller dieser tropischen Pflanzenformen ist die Intensität der Monsunniederschläge, ihre Unterscheidung nach Höhen- und Polargrenzen beruht auf der ungleichen Dauer ihrer Vegetationsperiode. Im Himalaja, wo die Unterschiede der Temperatur in der Jahreskurve etwas geringer sind als in China, werden doch dieselben Wirkungen durch das Abschmelzen des Winterschnees hervorgebracht, welches um so mehr Zeit in Anspruch nimmt, je höher das Niveau ist. Oberhalb der Baumgrenze bleibt der Boden in Nepal länger als vier Monate von Schnee bedeckt[26]), in einem ähnlichen Verhältnisse verkürzt sich die Vegetationsperiode durch Abnahme der Wintertemperatur in den höheren Breiten von China und Japan.

Von dieser symmetrischen Anordnung der Höhen- und Polargrenzen bildet die Vegetationsform der Palmen eine Ausnahme. Aehnlich scheinen sich auch die Cycadeen in Japan zu verhalten, bei denen Stamm und Belaubung den Palmen gleichen, und die wenigstens die Insel Kiusiu erreichen[27]). Diesseits des Wendekreises kommen in Ostasien nur wenige einheimische Palmen vor, und auch diese sind meist von geringer Stammhöhe[28]). Im Inneren von China scheinen sie noch gar nicht beobachtet zu sein. Aber in der Küstenprovinz Tschekiang nimmt die Hanfpalme eine hervorragende Stellung in den Bergwäldern ein[29]) und gehört also nicht zu den Zwergpalmen. Wahrscheinlich ist sie identisch mit der Palme Japans (*Chamaerops excelsa*), die der Landschaft bei Jeddo einen etwas tropischen Charakter verleiht[30]). Diese reicht demnach hier ebenso weit nach Norden (36° N. B.), wie die Laurineen daselbst nachgewiesen sind, unter deren Höhengrenze die Palmen in Sikkim mehr als 2000 Fuss zurückbleiben. In der tropischen Waldregion des Himalaja kommen überhaupt nur wenige Palmen vor, und die am höchsten ansteigende Art ist nicht einmal ein Baum, sondern eine Rotangpalme oder Palmliane, eine Form, die in China den Wendekreis nicht zu überschreiten scheint. Das Niveau, welches selbständig wachsende Palmen erreichen, steht dort noch weiter unter dem der Laurineen zurück (*Chamaerops Martiana* in Nepal bis 5000 Fuss),

und dadurch wird der Unterschied der Höhen- und Polargrenzen noch bedeutender. Aber auch innerhalb der Tropen sind die Palmen überhaupt meist auf die Ebenen und niedrigere Berghöhen eingeschränkt, nur die Wachspalmen Amerikas machen davon eine Ausnahme. Wie intensiv auch die Niederschläge sein mögen, so hält sich doch eine hinreichend grosse Menge von Wasser, wie es die Palmen bedürfen, an steileren Gebirgsabhängen, von denen es oberflächlich abfliesst, nicht lange genug im Boden. Eine geringere Neigung desselben wird daher der Vegetation der Palmen vortheilhaft sein, und hierin scheint die Ursache zu liegen, dass bei genügender Feuchtigkeit und Gleichmässigkeit der Wärme dieselben weiter nach Norden in die gemässigten Klimate vorrücken als nach aufwärts in den tropischen Gebirgen.

Oft sind in China auch da, wo das Klima für die tropischen Pflanzenformen geeignet ist, die Bambusen deren einzige Vertreter unter den Holzgewächsen [31]). Ueberall kommen sie vor und dienen den mannigfachsten Verwendungen. Ihre Vegetationsbedingungen werden in der indischen Flora näher zu erörtern sein, wo sie ebenso, wie in China, zu den Hauptcharakterformen der Landschaft gehören. Hier soll nur erwähnt werden, dass sie, zwar in ihrem Wasserbedürfniss den Palmen gleichend, durch die raschere Verwendung der Nahrungsstoffe zum Wachsthum auch kürzere Vegetationsperioden zu ertragen fähig sind. Bei chinesischen Bambusen mass Fortune [29]) die Geschwindigkeit des Wachsthums und fand, dass die Höhe eines kräftigen Stamms in vierundzwanzig Stunden um 2 bis $2^1/_2$ Fuss zunahm, und dass die Streckung während der Nacht am schnellsten vor sich ging. Die Bambusenform unterscheidet sich von den übrigen monokotyledonischen Baumformen durch ihre Verzweigung, abgesehen davon, dass die hohlen Stammglieder und das Laub sogleich ihre Stellung in der Familie der Gramineen anzeigen. Da aber die Seitenknospen nur zu kurzen Zweigen auswachsen, welche die Blattbüschel tragen, die der Länge nach an dem einfachen Hauptstamme vertheilt sind, so fehlt doch auch ihnen die Laubkrone der dikotyledonischen Bäume. Bei der Mautschok-Bambuse, die im mittleren China auf den Berghängen und an den Tempeln häufig gepflanzt wird, ist der Stamm fein geglättet, senkrecht wächst er 60 bis 80 Fuss hoch, in wenigen Monaten sich vollständig ausbildend, bis zum dritten Theil der Höhe bleibt er zweiglos und ist ungemein leicht und zierlich gebaut. Fortune erklärt diese Art für eine der

schönsten aller Bambusen, die zarte, nach oben gerückte Belaubung vergleicht er mit der Fahne einer Feder. Mehrere andere chinesische Arten haben einen ähnlichen Bau, und ihre jungen Triebe sind essbar. Im südlichen China fand jener Reisende die Bambusen denen Indiens ähnlicher, die dichtere Gebüsche von bogenförmig aufsteigendem Wuchs bilden und von unten auf Blätter tragen. Durch Verkürzung des Stamms unterscheiden sich endlich die am weitesten nach Norden gehenden Arundinarien (*A. Kurilensis*), die sich also ähnlich zu den eigentlichen Bambusen verhalten wie die Zwergpalmen zu den Palmen.

Von den übrigen Pflanzenformen, die zu weiteren Ausführungen über das Klima keinen Anlass geben, ist nur im Allgemeinen anzuführen, dass auch bei ihnen die Mischung aus Gattungen tropischer und höherer Breiten sich durchgehends erkennen lässt, im Verhältniss zu Europa in der grösseren Anzahl holziger Schlinggewächse und in der mannigfaltigeren Vertretung indischer Familien, zu den Tropen in dem wachsenden Reichthum an Sträuchern mit periodischer Laubentwickelung. Als eine eigenthümliche Gestaltung erwähne ich hier nur noch einer Form von Halbsträuchern, die, weder Staude noch eigentliches Holzgewächs, an gewisse baumartige Araliaceen Indiens sich anschliesst, welche auf dem Gipfel ihres Stamms eine Rosette von langgestielten, fächerförmig getheilten Blättern tragen. Dieser Bildung entspricht eine Gattung derselben Familie (*Fatsia*), deren ungetheilter, aber nur etwa 6 Fuss hoher, verholzender Stamm in einer einzigen Vegetationsperiode [binnen 10 Monaten] [32]) auswächst und durch ein ungewöhnlich stark entwickeltes Mark ausgezeichnet ist, aus welchem das eigenthümliche Produkt der Insel Formosa, das Reispapier, geschnitten wird (*F. papyrifera*). Zu derselben Pflanzengruppe gehört auch die von den Chinesen als kostbarstes Arzneimittel hochgeschätzte Ginseng-Staude, die im tiefen Waldschatten der Mandschurei wächst und auch in Japan vorkommen soll (*Panax Ginseng*).

Vegetationsformationen. Durch die Kultur des Bodens ist der landschaftliche Charakter Chinas und Japans in einer ähnlichen Weise verändert worden wie in Europa. Indessen giebt es doch ungeachtet der gleichmässigen Bewässerung des Tieflands vermöge des ungleichen geognostischen Substrats und nach der verwickelten Anordnung zahlreicher Höhenzüge weite Strecken, die unbebaut geblieben oder auch bewaldet sind. Die einzelnen Provinzen und Inseln

unterscheiden sich in ihren Erzeugnissen und in ihrer Fruchtbarkeit. Die bergigen Küsten des südlichen Chinas haben ein unwirthbares Ansehen, das nackte Gestein ist oft weithin anstehend. Entgegengesetzt verhält sich das Innere der japanischen Insel Jeso, welches durchaus von Wäldern bedeckt und ganz unbewohnt sein soll[24]). In dem grössten Theile Chinas und namentlich in den östlichen Provinzen sind die Wälder durch die Kultur oder den Holzverbrauch zurückgedrängt, in Japan haben sie auf den Höhen sich viel allgemeiner behauptet, hier steht ein altes Gesetz in Kraft, dass, wer einen Baum fällt, gehalten ist, einen neuen Baum zu pflanzen. Die Schönheit der japanischen Landschaft auf Nipon und Kiusiu wird von allen Reisenden wegen ihres Wechsels hoch gepriesen, indem die Bergrücken und Abhänge mit Wald oder hohen Gesträuchen bekränzt, die Thäler von reichen und wohlbewässerten Ackerfeldern und Pflanzungen erfüllt sind. Aehnlich lauten die Schilderungen vom östlichen Vorlande des tibetanischen Himalaja, aus Szetschuan, einer der fruchtbarsten Provinzen Chinas, wo der Bodenertrag eines Jahrs zehnfach zur Ernährung der dichten Bevölkerung ausreichen soll[33]), und von wo der Binnenhandel auf dem Yangtsekiang die weniger ergiebigen Gegenden versorgt. Hier sind auch die Wälder noch bedeutend, wenn auch nicht in gleichem Grade wie in der Mandschurei.

Die Zerstörung der Wälder hat in China nicht dieselben Nachtheile wie in anderen Ländern, weil die Minderung so intensiver Niederschläge das Wachsthum der Pflanzen noch nicht beeinträchtigt und ein genügendes Maass von Feuchtigkeit durch den Wechsel von Höhen und Thälern gesichert ist. Eben darin besteht ein hoher Vorzug des östlichen Asiens vor den westlichen Mittelmeerländern, dass dort diese Niederschläge in die wärmere Jahreszeit fallen, hier die Sommerdürre um so frühzeitiger eintritt, je weniger der Waldreichthum der Berge sich erhalten hat, der die Verdichtung des Wasserdampfs befördert. In China fehlen die trockenen Matten, die zum Weidelande dienen können, und die Maquis, deren niedriges Gesträuch noch weniger benutzt wird: der Anbau und die natürliche Bewaldung ist nur durch den etwaigen Mangel an fruchtbaren Erdkrumen und Humus eingeschränkt. Nur an den Grenzen der Mongolei, wo die Monsunregen aufhören, ist die Steppe nach Süden vorgerückt, seitdem die Chinesen anfingen, die dortigen Wälder zu zerstören[17]).

So weit auch die tropischen Bestandtheile der Flora nach Nor-

den reichen, so entspricht doch die Anordnung der Gewächse in den Wäldern den klimatischen Bedingungen der gemässigten Zone und hat nichts mehr mit dem gemein, was man die Ueppigkeit des Tropenwaldes nennt, und was vorzüglich in der stärkeren Raumbenutzung und der gedrängteren Mischung der Vegetationsformen besteht. Eigenthümlich sind die ostasiatischen Formationen nur dadurch, dass, wenn in den Wäldern Europas die Bäume und das Unterholz durch eine gewisse Aehnlichkeit der Vegetationsorgane übereinstimmen, hier verschiedenartige Formen in demselben Bestande verbunden sind. In einer Schilderung der Insel Chusan erwähnt Cantor [25]), dass in den Eichen- und Nadelwäldern der Pisang nebst Zwergpalmen (*Rhapis*) vorkomme, dass die Theepflanzen von Himbeergesträuch umgeben und vom Hopfen umrankt werden. In einer anderen Darstellung [34]) wird der gemischte Charakter der Vegetation bei Canton dadurch bezeichnet, dass daselbst Veilchen im Schatten von Melastomen blühen, dass mit der Kiefer die Bambusen auf denselben Anhöhen wachsen, und auf demselben Felde Zuckerrohr und Kartoffeln gebaut werden. Ein Baumschlag, der die Formen europäischer Laubhölzer mit den tropischen Bambusen vereinigt, wird auch in Japan bis Jeddo beobachtet [30]). Die Wirkung der stärkeren Niederschläge, denen dieses Eindringen der tropischen Bestandtheile in die Formationen beizumessen ist, äussert sich auch darin, dass die immergrünen Sträucher ein höheres Wachsthum erreichen können, als in den südeuropäischen Maquis gewöhnlich ist. In der Nähe von Chusan besuchte Fortune [31]) eine bewaldete Insel, wo das Unterholz im Nadelwalde von Camellien gebildet wurde, die häufig eine Höhe von 20 bis 30 Fuss erreichten.

Auf denselben Bedingungen, welche den Charakter der einheimischen Formationen bestimmen, beruht es auch, dass die Kultur tropische Erzeugnisse denen Süd- und Nordeuropas hinzufügt, dem Weizen, dem Reis und der Baumwolle auch den Indigo und das Zuckerrohr, in den Pflanzungen der Holzgewächse dem Maulbeerbaum die Orange und den Theestrauch. Nach der Dauer und Strenge des Winters unterscheidet man [33]) in China eine nördliche Zone (bis Nangking, 32° N. B.), wo die europäischen Getraidearten gebaut werden, von der mittleren (32—27°), in welcher der Reisbau vorherrscht, aber auch der Weizen von ausgezeichneter Güte ist. Hier liegen auch, wie bemerkt, die besten Theedistrikte im Umkreis der Landschaften, wo alle südeuropäischen Kulturen betrieben werden

und in höherer Blüthe stehen als in der südwärts folgenden Wendekreiszone. Eine zweimalige Ernte ist in den wärmeren Gegenden sowohl in China, als in Japan, gewöhnlich, Getraide von kürzerer Entwickelungszeit kann in der trockeneren Frühlingsperiode [35]) reifen, die dem Regen des Monsunwechsels vorausgeht. Selbst dem Reis ist dieser Vortheil abgewonnen, indem dieses Gewächs, welches in Südeuropa eine so lange Zeit zu seiner Ausbildung erfordert, in China eine Spielart erzeugt hat, deren Entwickelung um Monate verkürzt ist, und die man schon im Alterthum lernte, durch Auswahl der Körner sich dauernd zu erhalten.

Regionen. In China scheinen nur die noch ganz unbekannten Ostabhänge des Himalaja sich über die Baumgrenze zu erheben. Die Wasserscheiden der Stromgebiete des Tieflandes werden aus waldigen oder felsigen Mittelgebirgen und Hügelketten gebildet. Die Boheaberge an der Grenze von Kiangsi und Fokien, welche Fortune besuchte [31]), tragen Kiefer- und Eichenwälder mit Bambusen, auf dem Kamme waren dieselben durch Gesträuch, jedoch nur unvollständig, verdrängt.

Auf den Inseln des östlichen Asiens erreichen die vulkanischen Hebungen eine beträchtlichere Meereshöhe. In Formosa sollen Bergspitzen von 12000 Fuss vorkommen [36]), und noch höher ist der Fusiyama in der Nähe von Jeddo auf Nipon (13300 Fuss), der wegen seiner reinen Kegelform berühmteste Vulkan Japans, den Alcock [37]) erstiegen hat. Dieser Berg ist der einzige, über dessen Regionen wir bis jetzt einige Nachrichten besitzen.

Fusiyama. [38]) ($35^1/_2{}^\circ$ N. B.)

0—8000′. Waldregion.
Bis 2600′. Laubhölzer (z. B. Buche, Ahorn, Esche) mit Farnen und von Coniferen *Cephalotaxus drupacea*.
2600′—6000′. Tannenregion (*Pinus firma* bis 120′ hoch, *P. Tsuga*).
6000′—8000′. Lärchenregion (*P. leptolepis* bis 40′ hoch).
8000′—12000′. Alpine Region mit einer Zwergconifere; über 12000′ Laven ohne Pflanzenwuchs.

Die Regionen des Fusiyama können mit denen des Aetna verglichen werden, der durch Lage und Bau so ähnlich ist. Die Sommertemperatur in Jeddo [8]) ist der von Palermo gleich (18°), die des Winters (+ 0°,4) strenger, sie entspricht etwa der von Genf. Da bei derselben Sommerwärme, welche den Schnee entfernt, die Baumgrenze des Fusiyama ungefähr 1800 Fuss höher liegt als am Aetna, so darf man annehmen, dass der Mangel an Feuchtigkeit, der in den

Gebirgen Südeuropas die Wälder in ein tieferes Niveau herabdrückt, in Japan auch in den oberen Regionen nicht besteht oder durch stärkere Schneemassen ausgeglichen wird, wie sie die Monsunwinde bei etwas geringerer Wintertemperatur daselbst anhäufen. Die Bodeneinflüsse sind auf beiden Bergen gleichartig, die unzersetzten Laven und Eruptivblöcke, welche sie bedecken, beschränken den alpinen Pflanzenwuchs und lassen in der Nähe des Gipfelkraters keine Vegetation aufkommen.

Am lycischen Taurus und auf dem Fusiyama ist die Höhe der Baumgrenze übereinstimmend, aber in Folge ganz verschiedener Einwirkungen, dort durch den Einfluss einer umfangreichen Massenerhebung gesteigert, hier, auf einem isolirten Bergkegel, durch die Feuchtigkeit des Bodens. Würde der Schnee nicht durch die Sommerwärme entfernt oder zu langsam beseitigt, so müsste die Baumgrenze sinken. Dies aber wird am Fusiyama durch den japanischen Meeresstrom verhindert, der die Temperatur an diesen Küsten so bedeutend erhöht. Wiewohl das Gegentheil behauptet worden ist und der Gipfel den grössten Theil des Jahres hindurch weiss in die Ferne leuchtet, erreicht dieser Berg, wie aus Alcock's Darstellung [37]) hervorgeht, ebenso wenig die Linie des ewigen Schnees wie der Aetna. An der Westküste von Nipon hingegen, die dem erwärmenden Einflusse jenes Meeresstroms entzogen ist, soll der Siroyama bei einer Höhe von kaum 8000 Fuss ewigen Schnee tragen. Ein so grosser Unterschied der Firnlinie an der Ost- und Westküste derselben Insel, der, wenn diese Nachrichten sich bestätigen, wenigstens 5000 Fuss betragen würde, möchte beispiellos dastehen und wird auch in den Pflanzengrenzen seinen Ausdruck finden.

Vegetationscentren. Man kann den japanischen Archipel seiner Lage nach mit Grossbritannien vergleichen. Während aber zwischen den britischen Inseln und Europa ein vollständiger Austausch der Vegetation stattgefunden hat, so lässt sich die Verbindung Chinas mit Japan, so entschieden auch hier die übereinstimmenden Züge hervortreten, doch nicht in gleichem Umfange nachweisen: freilich ist auch die chinesische Flora weit weniger bekannt als die japanische. Die Untersuchungen über den Endemismus im östlichen Asien müssen sich daher vorzüglich auf Japan stützen. Zuccarini [9]) zählte 44 endemische Gattungen in Japan auf, die grösstentheils monotypisch sind, aber jetzt sind nur noch 18 davon übrig, indem die anderen entweder auch auf dem Kontinent gefunden wurden oder

sich nicht als selbständig bewährten. Indessen ist durch spätere Entdeckungen die Zahl der nur in Japan beobachteten und anerkannt eigenthümlichen Gattungen seitdem wieder auf 35 gewachsen[39]. Dennoch spricht Miquel bereits die Vermuthung aus, dass, nachdem so viele japanische Pflanzen in China oder im Himalaja aufgefunden wären, auch bei den noch übrigen endemischen Gattungen Japans dasselbe zu erwarten sei. So unthunlich nach solchen Erfahrungen allerdings eine Absonderung der japanischen von der chinesischen Flora erscheinen muss, so halte ich es doch für wahrscheinlich, dass Japan auch seine besonderen Centren besitzt, die sich von denen des Kontinents getrennt erhielten.

Schon Zuccarini legte bei seinen Erörterungen über den Charakter der japanischen Flora ein besonderes Gewicht auf die Mannigfaltigkeit der Gattungen und die auch durch die grosse Anzahl der Monotypen angedeutete, verhältnissmässige Armuth der Gattungen an Arten. Unter mehr als 900 Gattungen von Gefässpflanzen, die in Miquel's Werk über Japan[13] unterschieden werden, zähle ich nur 16, welche ein Dutzend oder mehr Arten enthalten[40]. Auch unter den nicht endemischen Gewächsen Japans finden sich manche Monotypen, und noch häufiger begegnen uns Gattungen, welche hier nur durch eine einzelne Art, in anderen Floren durch eine Mehrzahl vertreten sind. Das durchschnittliche Verhältniss der Arten zu den Gattungen beträgt in Miquel's Flora etwa 2,5 : 1[41] und würde noch kleiner ausfallen, wenn diejenigen ausgeschlossen würden, deren Selbständigkeit zweifelhaft ist. Im nördlichen Deutschland[41], auf einem Gebiete von ähnlichem Umfang, finde ich das höhere Verhältniss von 3,2 : 1. Den Schlüssel zu dieser Erscheinung in Japan bietet das von Hooker ermittelte Gesetz[42], dass der Umfang der Gattungen einer Flora um so grösser ist, je mehr die endemischen Arten die eingewanderten an Zahl übertreffen, ein Verhältniss, welches freilich durch die Monotypen in umgekehrtem Sinne abgeändert wird. Nun wächst im Innern des alten Kontinents, dem Heerde einiger der artenreichsten Gattungen, dieses Verhältniss in weit stärkerem Maasse als nach den Küsten hin: nach de Candolle[43] steigt es im russischen Reiche auf 6,9 : 1. Es ist also anzunehmen, dass Japan an eingewanderten Pflanzen reicher ist als an solchen, die hier entstanden sind, und ebenso Europa. In einem solchen Falle müssen die in Japan so zahlreichen Monotypen auf das Verhältniss der Arten zu den Gattungen in gleichem Sinne einwirken. Die Vorstellung von einer

starken Einwanderung nach Japan wird ferner dadurch unterstützt, dass hier so viele tropische Gattungen durch einzelne indische Arten noch vertreten sind, und dass ebenfalls ein nicht unbeträchtlicher Austausch mit den höheren Breiten sowohl des alten wie des neuen Kontinents stattgefunden hat. Die am wenigsten durch das Klima bedingten Arten gehen auf diese Inseln über, während die zarter organisirten zurückbleiben. Ich finde [44], dass von 26 tropischen Familien Japans sechs auch in das europäische Mittelmeergebiet eintreten, ausserdem zehn in die südlichen Staaten Nordamerikas, dass dagegen bei den zehn übrigen dies nicht der Fall ist. Von einem Theil derselben (8) sind in Japan nur je eine oder zwei Arten aufgefunden, von einigen aber doch eine grössere Anzahl. Durch diese das Monsunklima so deutlich bezeichnende, stärkere Vertretung tropischer Familien wird indessen ebenso wenig, wie durch die beschränktere Einwanderung aus Sibirien und Nordamerika, das niedrige Artenverhältniss allein hinreichend erklärt. Die grössere Anzahl der Monotypen wiederholt sich in den insularen Floren der ganzen Erde, die Seltenheit grösserer Gattungen ist in noch höherem Grade eine Eigenthümlichkeit Japans.

Den Entstehungsort einer Pflanzenart können wir als den vollkommensten Ausdruck der Uebereinstimmung zwischen den physischen Lebensbedingungen und ihrer Organisation betrachten. Denn mit dieser Anpassung an gegebene Einflüsse der unorganischen Natur ist das höchste Maass ihrer Erhaltungsfähigkeit, welche das Leben anstrebt, gegeben. Auf solche Vorstellungen stützt sich die Folgerung, dass, je näher die Centren verschiedener Pflanzen geographisch gelegen sind und je weniger daher ihre klimatischen Bedingungen abweichen, desto ähnlicher auch ihre Organisation werden musste, oder, was dasselbe ist, desto mehr Arten auch in derselben Gattung entstanden sind. Diese Erscheinung zeigt sich in der That überall, wo wir endemische Arten vergleichen können, deren Verbreitung eine beschränkte blieb, aber auf den Inseln, die eine eigenthümliche Vegetation besitzen, ist sie weniger ausgesprochen als auf den Kontinenten. Von irgend einem Punkte aus ändert sich das Klima meist allmälig, gleichwie die Radien eines Kreises vom Mittelpunkte zur Peripherie nach und nach weiter aus einander treten. Auf einem Kontinent aber ist die ganze Raumfläche des Kreises als geeignet zu denken, bestimmte Abänderungen der Organisation hervorzubringen, auf einem Archipel wird sie durch das Meer unter-

brochen, und hier sind daher weniger einzelne Arten von ähnlicher Bildung entstanden. Ein zweites Moment besteht darin, dass die Gattungen, unter einander verglichen, ungleich veränderungsfähig sind, ihre Arten demnach, um bei demselben Bilde zu bleiben, auf den Radien jener Kreisfläche in weiteren oder engeren Abständen geordnet erscheinen würden. Ist der Umfang des festen Bodens gering, so werden leichter Monotypen entstanden sein, Gattungen, die auf der einen Seite wenig oder gar nicht veränderungsfähig sind, auf der anderen bei einem gewissen Maasse des klimatischen Wechsels nicht mehr bestehen können. Wiederholen sich in weiter geographischer Entfernung die bedeutendsten klimatischen Momente, deren sie bedürfen, noch einmal, so finden wir vielleicht in einem anderen Erdtheile eine zweite Art, und auf diese Weise erklärt sich überhaupt der Ursprung derjenigen Arten, die man vikariirende genannt hat. Vollkommen gleicht sich indessen das Klima als ein Komplex der verschiedensten Erscheinungen, gegen welche die Organismen sich receptiv verhalten, an zwei entfernten Punkten der Erdoberfläche niemals. Und dies kann man als den Grund von der Einheit der Vegetationscentren, das heisst davon ansehen, dass jede Art von einem einzigen Entstehungsorte bei ihren Wanderungen ausgegangen ist, womit die Möglichkeit vereinzelter Ausnahmen, die bei weniger receptiven Pflanzen denkbar sind, nicht ausgeschlossen wird.

Rascher erfolgt der klimatische Wechsel von Süden nach Norden als auf demselben Parallelkreise des Aequators, oder in der ersteren Richtung sind wenigstens die bestimmenden Einflüsse auf die Organisation von grösserem Gewicht. Erstreckt sich daher ein geographisches System von Vegetationscentren vorherrschend von Westen nach Osten, so werden die Arten häufiger als die Gattungen verändert sein. Leichter wird die Zahl der Arten einer Gattung in Asien als in Amerika erhöht werden. Ein so grosser Artenreichthum, wie bei den Astragalen der alten Welt, ist bei keiner amerikanischen Gattung beobachtet. Das Gebiet der japanischen Flora hat nun eben, wie Amerika, den Charakter einer grösseren Meridianausdehnung (30—49° N. B.) bei verhältnissmässig geringer transversaler Breite: dies sind demnach ungünstige Bedingungen für die Entstehung artenreicher Gattungen, günstige für die der Monotypen.

Nach diesen Ausführungen ist es also möglich, aus dem ein-

fachen und selbstverständlichen Grundsatze der klimatischen Anpassung die wichtigeren Erscheinungen abzuleiten, welche sich auf die Vertheilung verwandter Pflanzen beziehen.

Die meisten endemischen Gattungen Japans sind durch ihre Organisation so bestimmt von denen abgesondert, die ihnen im System am nächsten stehen, dass ihre Selbstständigkeit nicht angefochten werden kann. Auf Kontinenten sind die Grenzen der artenreicheren Gattungen oft unbestimmter, wodurch, da jede Systematik bis zu einem gewissen Grade willkührlich ist, leicht Meinungsverschiedenheiten über ihren Umfang entstehen können. Auf Inseln hingegen, die gleichsam durch weitere Intervalle klimatisch gesondert sind, ist es nicht selten schwierig, ihre endemischen Gattungen im System ihrer Stellung nach sicher einzuordnen. Die Grenzen der Familien sind durch Organisationen von vermittelndem Bau ebenso schwankend wie die der Gattungen durch vermittelnde Arten. Von solchen Mittelgattungen liefern die Inselfloren gerade in ihren eigenthümlichsten Organisationen manche Beispiele, und auch in Japan begegnen uns Schwierigkeiten dieser Art. Die Gruppe der Trochodendreen (*Trochodendron* und *Euptelea*, letztere jedoch in der Anatomie des Holzgewebes abweichend) wird jetzt im System neben die Magnoliaceen gestellt [45]), während sie habituell den Araliaceen, denen Andere sie anreihen wollten, ebenfalls nahe verwandt ist. Eine solche Mittelstellung nehmen auch die Calycantheen (*Chimonanthus*) ein, die, nach der Organisation der Blüthe gleichfalls den Magnoliaceen verwandt, in einigen Beziehungen und namentlich nach dem Bau des Samens und habituell einen Uebergang zu den Myrtaceen zu bilden scheinen. Auch die Hamamelideen und Corneen, zwei Gruppen, von denen eine jede in Japan fünf Gattungen zählt, gehören zu denen, die wegen der Zweideutigkeit ihrer Verwandtschaften bei der Einreihung in ein allgemeines System grosse Schwierigkeiten darbieten. Die Saxifrageen endlich und die Rosaceen, die beide in Japan besonders reich vertreten sind, haben so schwankende Grenzen, dass man sogar vorgeschlagen hat, sie ganz zu vereinigen, womit denn freilich solche Aufgaben der Systematik keineswegs gelöst werden.

Ueber den Reichthum der chinesischen Flora lassen sich bis jetzt nur Vermuthungen hegen. Die Zahl der Arten, die in Japan sicher erkannt sind, erhebt sich nicht auf das Maass dessen, was auf gleich grosser Fläche das mittlere Europa bietet (etwa 2000 Arten),

aber der Kontinent wird, mit Inselfloren verglichen, wie immer auch in diesem Falle reicher sein. Nach europäischem Maassstabe beurtheilt, sind in diesem Theile Asiens schwerlich mehr als 6000 Gefässpflanzen zu erwarten [46]).

Die Reihenfolge der grössten Familien in der japanischen Flora [47]) unterscheidet sich, mit Europa verglichen, vorzüglich durch die vermehrte Anzahl von Rosaceen und Coniferen. Sodann ist die Abnahme des Reichthums in fast allen grösseren Familien bemerkenswerth, so dass selbst die grösste, die der Synanthereen, im europäisch-sibirischen Gebiete 14, in Japan nur 6 Procent der Gesammtsumme von Gefässpflanzen enthält. Dies steht offenbar mit der geringeren Artenzahl in den Gattungen im Zusammenhang.

Die Verknüpfung der japanischen Flora mit anderen Gebieten ist aus der geographischen Lage im Allgemeinen leicht verständlich. Ein Austausch mit Europa konnte sowohl durch Sibirien als über den Himalaja stattfinden, etwas geringer ist die Verbindung mit Nordamerika, am engsten der Zusammenhang mit Indien auf der einen, mit der Amurflora auf der anderen Seite, wo in beiden Fällen keine mechanische Hindernisse der Wanderung entgegenstehen. Nordische Pflanzen konnten sich auch über die Behringstrasse und die Inselkette der Kurilen und Aleuten von Japan nach Nordamerika und umgekehrt verbreiten, anderen Gewächsen bot sich zur Uebersiedelung der pacifische Meeresstrom dar, der, als eine Fortsetzung des japanischen, den westlichen Kontinent in der Nähe von Vancouver erreicht. Allein hierüber hat Asa Gray [48]) besondere Ansichten vorgetragen, die eine genauere Erörterung erheischen. Auf umfassende Vergleichungen sich stützend, fand er, dass die japanische Flora eine grössere Aehnlichkeit mit der des Ostens als des Westens von Nordamerika zeige, und suchte hieraus Folgerungen über ihren Ursprung abzuleiten. Die Pflanzenverzeichnisse, auf welche er dieselben begründet, umfassen indessen nicht bloss die identischen Arten der Ostküsten beider Kontinente, sondern auch die verwandten, die vikariirenden, und bei Miquel [10]), der dieselben von diesen reinigte und revidirte, finden wir die Uebereinstimmung schon sehr erheblich vermindert (auf 81 Arten, etwa 4 Procent).

Asa Gray hatte, von den Ansichten des Darwinismus geleitet, die verwandten und identischen Arten beider Floren deshalb zusammengefasst, weil er ihnen denselben Ursprung zuschrieb, von

Stammorganismen, die bei ihrer Wanderung sich mehr oder weniger, oder auch gar nicht verändert hätten. Lassen wir indessen die Hypothesen über ihre Abstammung zur Seite, so darf doch ein wesentlicher Unterschied zwischen vikariirenden und identischen Arten nicht übersehen werden. Während nämlich die ersteren an so entfernten Orten der Erdoberfläche vorkommen können, dass ein Austausch, selbst in früheren geologischen Perioden, undenkbar erscheint, wie bei manchen Eriken des Kaplandes und Europas, ist es hingegen bei identischen Arten beinahe immer möglich, aus der Form des Wohngebiets und aus den Hülfsmitteln, die zur Bewegung zu Gebote stehen, auf wirklich erfolgte Wanderungen zu schliessen. Im ersteren Falle ist das oben berührte Gesetz in Wirksamkeit, dass ähnliche Klimate auch ähnliche Organisationen erzeugen, was bei den zahlreichen Parallelen zwischen den Tropenländern so besonders deutlich ist, ohne dass eine Wanderung über die Breite des Oceans angenommen werden kann. Ebenso ist das Klima der Ostküsten unter den nördlichen Breiten beider Kontinente in mehrfacher Beziehung ähnlicher als das von Japan und Kalifornien. Das Gemeinsame besteht darin, dass in beiden Fällen die Polarwinde über das Meer, die äquatorialen über das Festland kommen, und aus diesem Grundverhältniss lassen sich die bedeutendsten klimatischen Gegensätze der Ost- und Westküsten befriedigend ableiten. Es ist daher begreiflich, dass die Floren der Ostküsten einander ähnlicher sind als die von Ost- und Westküsten, auch ohne dass irgend ein Austausch zwischen ihnen stattgefunden hat. Bei den identischen Arten von weiter oder lückenhafter Verbreitung haben wir dagegen die Aufgabe, den Mitteln, die zu ihren Wanderungen dienten, nachzuforschen, wenn wir an der Einheit ihrer Entstehungsorte festhalten.

Bleiben wir indessen nur bei diesen letzteren stehen, so hat Asa Gray auch für diese ein Problem aufgestellt, welches, wenn es thatsächlich begründet wäre, die Ansichten über die ursprünglichen Wanderungen der Pflanzen bedeutend beeinflussen müsste. Er meint nämlich, dass mit den heute wirksamen Kräften ein Austausch zwischen Japan und den vereinigten Staaten nicht möglich sei, und dass daher geologische Veränderungen allein dazu dienen könnten, die Gemeinsamkeit ihrer Erzeugnisse zu erklären, wobei auch er natürlich immer die Einheit der Entstehungsorte voraussetzt. Pflanzen, die das östliche Waldgebiet Nordamerikas bewoh-

nen, können sich nicht über die Behringsstrasse und die Aleuten verbreiten, weil sie das dortige Klima nicht ertragen, und, wenn sie nun auch in den Staaten des Westens, in Kalifornien und am Oregon, fehlen, können sie auch nicht über das stille Meer nach Japan gelangt oder von da eingewandert sein. Diese Verbindungen setzen daher nach der Meinung Asa Gray's Aenderungen des Klimas voraus, dis einer geologischen Vorzeit angehören, und deren Annahme in den vegetabilischen Ueberresten der Tertiärperiode ihre Begründung finde. In den miocenischen Schichten von Vancouver [49]) sind Holzgewächse (Palmen, Laurineen, Ficus) nachgewiesen, die jetzt die Westküsten Amerikas in diesen Breiten nicht mehr bewohnen, wohl aber in Japan ihre Analogieen besitzen, und unter diesen einige, die von Bäumen der südlichen atlantischen Staaten nicht zu unterscheiden sind (z. B. *Persea carolinensis*). Zu dieser Zeit, ist die Schlussfolgerung Asa Gray's, konnten demnach Wanderungen über alle Meridiane zwischen den Ostküsten beider Kontinente stattfinden, die jetzt nicht mehr möglich sind. Ich kann hierin doch nichts erkennen als die allgemeine geologische Thatsache, dass die klimatischen Absonderungen der Erde durch alle früheren Zeitalter hindurch allmälig fortgeschritten und die einzelnen Floren erst nach und nach bestimmter individualisirt worden sind. Wanderungen konnten daher allerdings in früheren Perioden über weitere Räume sich erstrecken als gegenwärtig. Dass aber wirklich die heutige Vegetation ein so hohes Alter habe, steht doch nicht so fest, als dass man nicht versuchen müsste, andere Erklärungen aufzufinden, die sich auf die in der Gegenwart wirkenden Kräfte einschränken.

Eine genauere Untersuchung der wirklich identischen Arten in Japan und Nordamerika führt mich vielmehr dahin, nur in wenigen Fällen Wohngebiete anzunehmen, deren Lücken unerklärlich wären. Schon Miquel's Verzeichniss zeigt eine weit geringere Uebereinstimmung zwischen Nordamerika und Japan als zwischen Japan und anderen Floren der alten Welt, selbst den europäischen. Aber dasselbe muss noch bedeutend reducirt werden. Unter 81 Arten, die Miquel für identisch erklärt, und die allerdings in Alaska nicht bestehen können, finde ich 41, die auch im Westen Nordamerikas einheimisch sind und also noch täglich ihre Samen über das stille Meer ausstreuen können. 17 Arten sind nach meiner und anderer Botaniker Ansicht nicht identisch oder zweifelhaft und gehören

sicher zum Theil in die Reihe der vikariirenden Arten. Unter den noch übrigen 23 Arten finde ich 21, die ein nördliches Klima ertragen und namentlich auch in Kanada allgemein vorkommen[50]). Nun aber reicht das Waldgebiet im Norden der Prairieen über die ganze Breite des Kontinents, und da die Gegenden des Oregon nicht so genau erforscht sind als die östlichen Vereinstaaten, so ist wohl anzunehmen, dass wenigstens die meisten jener 21 Arten im Westen noch aufgefunden werden. Von den beiden noch übrigen ist die eine (*Elodea petiolata*) eine Sumpfpflanze, der als solcher eine grössere Wanderungsfähigkeit zukommt, die andere (*Carex rostrata*) bewohnt die Gebirge der Ostküste, die White Mountains, und über ihre Verbreitung sind weitere Forschungen abzuwarten. Ich glaube daher schliessen zu dürfen, dass die Uebereinstimmung zwischen den Vereinigten Staaten und Japan nicht grösser ist, als sie nach Lage und Klima vorauszusetzen war, und dass der Austausch, der hier stattgefunden, durch die gegenwärtig fortwirkenden Kräfte der Natur herbeigeführt sein könne.

QUELLENSCHRIFTEN

UND

ERLÄUTERUNGEN.

Die natürlichen Floren.

1. Statt des früher gebrauchten Ausdrucks »Schöpfungscentrum« nenne ich jetzt die Orte, wo eine bestimmte Pflanzenart als entstanden gedacht wird, Vegetationscentren, weil man an der ersteren Bezeichnung Anstoss genommen hat, als sollte damit irgend etwas über die Art und Weise der Entstehung von Organismen ausgesagt sein. Ich wenigstens habe unter einem Schöpfungsacte nie etwas Anderes verstanden, als eine Wirkung von Naturgesetzen, die unserer näheren Kenntniss bis jetzt entzogen ist. Bentham schlägt vor die Vegetationscentren als Erhaltungsräume aufzufassen, wenn sie, wie auf oceanischen Inseln, im ursprünglichen Zustande verharrt sind, eine Vorstellungsweise, mit der man sich wohl befreunden kann (vergl. Bentham, *géographie des êtres vivants* in *Ann. scienc. nat.* V. 11. p. 317).

2. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 67.

3. Grisebach, der gegenwärtige Standpunkt der Geographie der Pflanzen (Behm's geographisches Jahrbuch, 1. S. 401).

4. *Wallace, the law which has regulated the introduction of new species (Ann. nat. hist.* II. 16. p. 185. [1855]).

5. Kerner, die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden, S. 30: die meisten Pflanzen der Ebene, welche dieser Botaniker in alpinen Höhen bei Innsbruck angepflanzt hatte, erlagen dem Klima, und die übrigen zeigten nur sehr unbedeutende Veränderungen.

6. Humboldt, Physiognomik der Gewächse (Ansichten der Natur. 3. Ausgabe. S. 1—248).

7. Eine weitere Ausführung der von Humboldt begründeten und hier nur angedeuteten Normen, nach denen die natürlichen Floren darzustellen sind, habe ich an einem anderen Orte zu geben versucht (Biographie Humboldt's)*).

*) [A. v. Humboldt, eine wissenschaftliche Biographie. Herausgegeben von Bruhns. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1872. Band III. p. 232—268: die Wirksamkeit Humboldt's im Gebiete der Pflanzengeographie und Botanik.]

I. Arktische Flora.

1. Die Schneelinie ist in Spitzbergen, wie in anderen Polarländern, grossen Schwankungen unterworfen. Malmgren schätzt sie unter 80° N. B. auf 1000′ (Petermann, Mitth. f. 1863. S. 401); unter 77° bestimmten sie Dunér und Nordenskiöld auf 1400′ (Behm's geogr. Jahrbuch, 1. S. 258). Die Schneegrenze in Island (64°) ward erst bei 2880° erreicht (das.) und in Grönland (61—73°) fand sie Rink, ohne dass die geographische Breite auf ihr Niveau von sonderlichem Einfluss war, zwischen 2000 und 3000′ (Rink, Grönland: naturhistoriske Bidrag, S. 169).

2. In Spitzbergen sollen an einem einzigen Fjord, dem Eisfjord (78°) während des Sommers von 1861 400—600 Rennthiere erlegt worden sein (Malmgren a. a. O. S. 49). Auf der Melville-Insel beobachtete schon Parry das reich entwickelte Leben grosser Landthiere, des *Bos moschatus* und des Rennthiers (*Journ. of a voyage for the discovery of a North West passage*): diese Nachrichten wurden auf den Expeditionen zur Aufsuchung Franklin's vielfach bestätigt gefunden, und ebenso auf Koldewey's Reise nach der Ostküste Grönlands im J. 1870.

3. Die tiefste Mitteltemperatur, die man in den Polarländern kennt, ist an der Nordwestküste Grönlands, in Rensselaers Hafen im Smith's Sund (78½°) von Kane beobachtet: sie wurde zu — 15°,3 R. berechnet (*Kane, meteorol. observations in the Arctic seas, Smithsonian Contributions* Vol. 11). Auf der Melville-Insel (75°) beträgt die mittlere Wärme nach Parry — 13°,7 (Dove's Temperaturtafeln, S. 13): die des Sommers wurde zu + 2°,3 bestimmt, wovon auf den Juni + 1°,9, den Juli + 4°,6 und den August + 0°,3 kommen.

4. Middendorff, Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. I. Klimatologie; vergl. Grisebach, Jahresbericht f. 1847. S. 32. Später (IV. 1. S. 500) nahm der Verf. sogar eine Mächtigkeit des sibirischen Eisbodens bis zu 1000′ an.

5. *Richardson, Arctic researching expedition*; vergl. Jahresb. f. 1851. S. 50.

6. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands; vergl. Jahresbericht f. 1850. S. 3.

7. Lange, Översigt over Grönlands Planter (in Rink's Grönland). Wiewohl die grönländische Ostküste wegen ihrer Unzugänglichkeit so wenig bekannt ist, so wird doch hier bereits (nach den Sammlungen J. Vahl's und nach den Angaben Graah's) nachgewiesen, dass von 320 Gefässpflanzen der grönländischen Flora 101 Arten an beiden Küsten vorkommen. Hierbei sind noch 28 Arten der Ostküste übergangen, die, von Scoresby gesammelt, in dessen Reisewerke von W. Hooker angeführt werden. Rechnet man die von Kane entdeckten 21 Arten hinzu, welche Durand bestimmte, sowie 3, welche nur an der Ostküste von Scoresby gefunden wurden, so beträgt die Summe der bis jetzt aus Grönland bekannten Pflanzen 344, wovon 126 an beiden Küsten nachgewiesen sind.

8. *Scoresby, Journal of a voyage to the Northern Whale fishery* p. 103. 178. 204. Die Berge an der Ostküste wurden zwischen 71° und 75° N. B. durchschnittlich auf 3000′ geschätzt, aber sie trugen nur wenig Schnee, weniger als in Spitzbergen; nur 2 oder 3 Gletscher wurden bemerkt. Völlig abweichend erschien dem Reisenden das Land am Scoresby-Sund (70°), niedrig, wellenförmig gebaut, völlig schneefrei, der Boden reich mit fusshohem Grase bekleidet, stellenweise den schönsten Wiesen Englands gleichend. Und doch ist diese Küste wegen des mit der arktischen Strömung an ihr vorüberziehenden Treibeises fast nie zu erreichen. Die von Koldewey 1870 entdeckten hochalpinen Berge und Gletscher am Franz Joseph's Fjord liegen zwischen 73° und 74° N. B.

9. *Osborn, stray leaves from an Arctic Journal,* p. 302. Die Polarfahrer unterscheiden drei Hauptformen der im Meere schwimmenden Eismassen, die Eisberge, die Eisfelder und das Packeis. Die Eisberge stammen von den Gletschern des Festlands und sind daher eine reine Süsswasserbildung; sie erreichen ein sehr beträchtliches Volumen (Ross sah sie bis 1000′ hoch) und kommen grösstentheils von der grönländischen Westküste, da die übrigen Polarländer zu niedrig sind oder wenigstens keine grossen Gletscherfragmente in das Meer entladen: auch bei Spitzbergen bilden sich keine eigentliche Eisberge (nach Torell in Peterm. Mitth. 1861. S. 53: alle grösseren Gletscher erreichen daselbst zwar das Meer, aber in das Meer fallen nur Schollen von ihrem Eise). Im antarktischen Meere sind die Eisberge allgemein, im atlantischen an bestimmte Meridiane gebunden. Die Eisfelder sind das Erzeugniss des Meerwassers während eines Winters und haben ihren Ursprung an allen eisumsäumten Küsten. Dieses Eis hat gewöhnlich nur eine Dicke von 8—10′ und löst sich im Sommer vom Festlande ab, dessen Küste es zusammenhängend umsäumte, wird nun zu grossen Eisfeldern und kleineren Schollen zertrümmert, folgt den Strömungen und gelangt zuletzt, ebenso wie die Eisberge, in das atlantische Meer. Was man die feste Eisbarriere des Meers im hohen Norden genannt hat, ist nichts wie dieses Treibeis, dieser breite, aber mit Eisfeldern erfüllte arktische Strom, der von Sibirien aus die Nordseite Spitzbergens berührt, längs der Ostküste Grönlands nach Süden fliesst und häufig von offenen, aber wandelbaren Wasserflächen (den Polynien) unterbrochen ist. Solche Strömungen bieten also im Grossen ein ähnliches Schauspiel wie der Eisgang der Flüsse im Frühling. Wo sie einer entgegengesetzten, warmen Strömung begegnen, was namentlich in der karischen Pforte, zwischen Nowaja Semlja und Spitzbergen, sowie im Smith's Sund der Fall ist, stauen sich die Eisfelder, schmelzen im Sommer unvollständig oder werden, wo dies möglich ist, in andere Richtungen abgelenkt. Wo sie sich aber stauen oder wegen der grossen Entfernung vom offenen Meere nicht rasch genug sich bewegen, um das Eis in einem einzigen kurzen Sommer fortzuschaffen, da schieben Sturm und Wogen die Eisfelder leicht von den Rändern aus über einander, ihr Gewicht vermehrt sich, tiefer tauchen sie ein, verstärken sich durch neuen Frost und so entsteht das Packeis (Peterm. Mitth. 1855. S. 107), dessen einzelne Erhöhungen Torosse (Hammocks) genannt werden. Wrangel gab eine anschauliche Schilderung von dem grossartigen Schauspiel dieser Bildungen in den Stürmen des Meers (Reise längs der Nordküste von Sibirien, 2. S. 250). Die Torosse erreichen zuweilen eine Dicke, die der der Eisberge nicht erheblich nachsteht, nämlich von 100—200′, wovon etwas weniger als die halbe Höhe, wenn sie schwimmen, eintaucht. Die Gegenden, wo diese perennirenden Eisbildungen im grössten Maassstabe stattfinden, liegen zu beiden Seiten vom Meridian der Behringstrasse, in dem

Raume zwischen den Parry-Inseln und Neusibirien die Küstenlinien begleitend, und Osborn bemerkt, dass gerade die Anhäufung der Torosse in diesem Theile des Eismeers den Beweis liefere, dass mit dem stillen Meere keine Verbindung durch Strömungen stattfinde. Aus diesen Meridianen kann das Eis daher, wenn es nicht an Ort und Stelle bleibt, nur allmälig entweder in den arktischen Strom Sibiriens und Grönlands oder in den der Barrowstrasse und Baffinsbai übergehen, woraus es erklärlich ist, dass Wrangel die Strömungen an der Nordostküste Sibiriens nach der Jahreszeit wechselnd fand, im Sommer westlich, im Herbste östlich (Reise 2. S. 254), je nachdem in der asiatischen oder der amerikanischen Richtung der Abfluss mehr erleichtert war.

10. Petermann, geogr. Mitth. f. 1867. S. 184. Die warme, grönländische Strömung zweigt sich unter 50° N. B. vom Golfstrom ab und ist über die Melvillebai hinaus bis Smith's Sund ($78^1/_2°$) nachgewiesen.

11. Middendorff, a. a. O. IV. 1. S. 566: hiernach liegt die ziemlich unregelmässig durch das Samojedenland verlaufende Baumgrenze zwischen der Mündung des Mesen und dem Ural durchschnittlich unter 66°: nach Gr. Keyserling (Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland. Karte) und Schrenk (a. a. O.) wurde früher die etwas höhere Breite von 67° N. B. angenommen (Jahresbericht f. 1850. S. 4).

12. Die Baumgrenzen wurden am Jenisei und im Taimyrlande von Middendorff (das. I., vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 37), an der Lena von Wrangel (a. a. O. Karte), an der Behringstrasse von Seemann (*Journ. of Botany*, 2. p. 181 und *Voyage of the Herald*, 1. p. 11) beobachtet (letztere an der asiatischen Küste unter 64°, an der amerikanischen unter 66° 44′). Die Bestimmungen am Bärensee und an der Küste der Hudsonsbai rühren von Richardson her (a. a. O.).

13. Arktische Monatswärmen über dem Gefrierpunkte (die drei grönländischen aus Rink a. a. O. S. 154, die von Spitzbergen und Island aus Dove's Temperaturtafeln, S. 12).

Spitzbergen (80° N. B.) Juni 0°,8; Juli 1°,8; August 0°,8.
Upernivik (73° N. B.) Juni 2°,2; Juli 3°,5; August 2°,6; September 0°,01.
Jakobshavn (69° N. B.) Mai 0°,2; Juni 4°,2; Juli 5°,9; August 4°,6; September 1°,1.
Godthaab (65° N. B.) Mai 1°,0; Juni 4°,0; Juli 6°,4; August 5°,5; September 3°,0.
Eyafjord ($66^1/_2°$ N. B.) Mai 1°,8; Juni 5°,1; Juli 6°,6; August 6°,6; September 5°,0.
Reikiavik (64° N. B.) April 2°,0; Mai 5°,7; Juni 8°,7; Juli 10°,7; August 9°,3; September 6°,4; Oktober 2°,2.

Monatswärme über dem Gefrierpunkte in der alpinen Region der Alpen (Dove a. a. O. S. 20):

Bernhardhospiz (7670′). Mai 1°,8; Juni 3°,9; Juli 5°,4; August 5°,4; September 3°,0.

14. Schrenk, a. a. O. S. 254. 271 (vergl. Jahresbericht f. 1850. S. 6).

15. Die meteorologischen Beobachtungen Kane's in Rensselaers Hafen umfassen 16 Monate und wurden von C. A. Schott bearbeitet (*Smithsonian contributions*, Vol. 11). Von den Monatswärmen dieses kältesten Punktes der bekannten Erde (Note 3) kommen hier in Betracht (p. 29): Juni — 0°,8; Juli + 2°,7; August — 0°,2; Sommer + 0°,5. Der kälteste Monat war der März — 29°,7, die mittlere Temperatur der drei Wintermonate betrug — 26°,9.

Zur Vergleichung dienen folgende arktische Sommerwärmen (Note 13): Spitzbergen (80°) + 1°,1; Insel Melville (74½°) 2°,3; Upernivik (73°) 2°,7; Nowaja Semlja (73°) 2°,9; Jakobshavn (69°) 4°,9; Godthaab (65°) 5°,4; Eyafjord (66½°) 6°,1; ferner die Sommerwärme an und in der Nähe (innerhalb) der Baumgrenze: Ustjansk in Sibirien (71°) 8°,1; Alten in Lappland (70°) 9°,5; Archangel (64°) 13°,2; endlich die Sommerwärme der alpinen Region der Alpen, die im Bernhardshospiz 4°,9 beträgt.

Kane's Messungen der Insolation mit dem geschwärzten Thermometer (p. 43 u. f.) sind, soweit dies erforderlich schien, im Texte angegeben.

16. *Lindsay, Flora of Iceland* (*Edinburgh New Philos. Journ.* 1861. 14. p. 64). — Von Hooker's Zählungen (*J. Hooker, outlines of the distribution of Artic plants* in *Transact. Linn. soc.* Vol. 23. p. 273) konnten die europäischen und asiatischen nicht benutzt werden, weil Hooker's Gebiet der arktischen Pflanzen nicht unserer arktischen Flora, sondern dem geographischen Begriffe der Polarzone entspricht, also weit in das Waldgebiet übergreift. Aus Amerika (jenseits des Polarkreises, mit Ausschluss von Grönland) kennt er 465 Arten, von denen 98 östliche Arten nur diesseits, 86 westliche nur jenseits der Mackenzie gefunden wurden.

Die im Texte angegebenen Ziffern für den Reichthum an Arten sind aus folgenden Quellen entlehnt: Floren von Grönland (s. Note 7), Samojedenland (Schrenk a. a. O.), Taimyrland (Middendorff a. a. O.), Spitzbergen (Malmgren in Petermann's geogr. Mitth. f. 1863. S. 48), Melville-Insel im Parry-Archipel (Hooker a. a. O. p. 255).

Baer sammelte in Nowaja Semlja gegen 90 Arten von Gefässpflanzen, womit aber bei der Kürze seines Aufenthalts die Flora nicht erschöpft sein wird.

17. Baer (a. a. O. p. 175). Bei einer grossen Zahl der in Nowaja Semlja vorkommenden Pflanzen trocknen die Blätter durch Verdunstung aus, statt abgeworfen zu werden und zu verwesen, entfärbt bleiben sie mit dem Stengel lange Zeit in Verbindung, wie dies von vielen Saxifragen bekannt ist.

18. Sachs, Experimental-Physiologie der Pflanzen, S. 56. 62.

19. *Martins, Voyage botanique le long des côtes septentrionales de la Norvège,* p. 79.

20. Baer (a. a. O. p. 189. 179).

21. Baer, Nachrichten über (sein) Leben, S. 554.

22. Die Sommerwärme in Reikiavik beträgt 9°,6 (Monatswärmen s. Note 13), in Alten 9°,5 (Juli 10°,2; August 10°,4; nach Dove's Temperaturtafeln).

23. *Martins, essai sur la végétation de l'archipel de Féroe:* in *Voyages de la Recherche. Géogr. phys.* 2. p. 393, vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 11.

24. *Heer, Flora fossilis arctica,* die fossile Flora der Polarländer. Heer charakterisirt etwa 78 arktische Baumarten, unter denen die häufigsten und am meisten verbreiteten zu folgenden Gattungen gehören: *Taxodium* und *Sequoia, Populus* (2 Arten), *Alnus, Corylus, Fagus, Quercus, Platanus.* Die beiden Coniferen sind vielleicht mit *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* identisch (nach Heer's eigener Angabe bei Saporta: *analyse de l'ouvrage de Mr. Heer* in *Ann. scienc. nat.* V. 9. p. 111); eine der Pappeln nähert sich der *P. tremula,* die andere sibirischen Arten; der Nussbaum ist nahe verwandt mit *C. Avellana,* eine Buche mit *F. sylvatica,* die Platane mit *P. occidentalis.*

25. Heer, über die Polarländer, S. 23.

26. Baer (*Bullet. scientif.* 3. p. 133).

27. Baer (das. p. 188): die beiden Pflanzen, die schon auf die Bodenwärme von + 1° reagirten, waren *Oxyria digyna* und *Ranunculus nivalis.*

28. Zu den häufigsten Arten der arktischen und alpinen Erdlichenen gehören nach Richardson's Beobachtungen im arktischen Amerika und nach den meinigen auf den Fjelden Norwegens folgende:

Form der Rennthierflechte. *Cladonia rangiferina* (grau), *Evernia ochroleuca* (gelblich grau), *Cetraria aculeata* (kastanienbraun), *C. tristis* (schwarz);

Form der Cladonien. *Cladonia uncialis* (weisslich grau);

Form der isländischen Flechte. *Cetraria islandica* (braun), *C. nivalis* (gelblich weiss).

29. Grisebach, über den Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der Floren (*Linnaea*, 12. S. 183); Schouw, Pflanzengeographie, S. 489.

30. Baer (a. a. O. p. 175). Die Stauden, die nach ihren Blüthenfarben geordnet auf Nowaja Semlja als herrschende Bestandtheile der arktischen Matten genannt werden, sind folgende: purpurfarbig *Silene acaulis* und *Saxifraga oppositifolia*, blau *Myosotis villosa* und *Polemonium*, gelb *Draba alpina* und *Ranunculus*, weiss *Cerastium*, hellroth *Parrya* und *Primula farinosa.*

31. Seemann (*Hooker, Journ. of Bot.* 2. p. 181, vergl. Jahresbericht f. 1849. S. 52).

32. *Babington* (*Annals of nat. hist.* 20. p. 30, vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 6).

33. Baer (a. a. O. p. 184).

34. Behm, geogr. Jahrbuch, 1. S. 258.

35. Ruprecht, Verbreitung der Pflanzen im nördlichen Ural (Beiträge zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, Bd. 7: vergl. Jahresbericht f. 1850. S. 5).

36. Ebel, geographische Naturkunde von Island (Jahresbericht f. 1850. S. 24).

37. Rink, geographiske Beskaffenhed af Nordgrönland, S. 28 (Jahresbericht f. 1852. S. 68).

38. *J. Hooker, distribution of Arctic plants* a. a. O. p. 269. 271. 276. Die einzigen grönländischen Pflanzen, die im alten Kontinent nicht vorkommen, sondern amerikanischen Ursprungs zu sein scheinen, sind *Vesicaria arctica, Draba aurea, Arenaria groenlandica, Potentilla tridentata, Saxifraga tricuspidata* und *Erigeron compositus.*

39. *Darwin, origin of species*, p. 365.

40. Baer (a. a. O. S. 180).

41. *Hayes, the open polar sea.* Durand hatte die von Hayes gesammelten Pflanzen bearbeitet (*Proceedings Acad. Philadelphia*, 1863), aber Malmgren zeigte, dass die Ausbeute zum Theil aus südlicheren Gegenden Grönlands herrührte. Hayes selbst giebt nun ein neues Verzeichniss (abgedruckt in Peterm. Mittheil. 1867. S. 200) und bemerkt dazu, dasselbe enthalte die Floren der Gegenden nördlich vom Whalesund, die Mehrzahl der (53) Pflanzen sei bei Port Foulke (78°) gesammelt. Die einzige, von Durand als dem Smithsund eigenthümlich beschriebene Pflanze, die er *Pedicularis Kanei* nannte, wird von Hooker zu der grönländischen *P. Langsdorffii Fisch.* (*P. sudetica var. Hook.*) gezogen.

42. Christ, die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, S. 13 (vergl. Jahresbericht in Behm's Jahrbuch 2. S. 197).

43. Die isländischen, in Grönland fehlenden Bestandtheile der arktisch-alpinen Flora sind: nach ihrer wahrscheinlichen Herkunft sibirisch *Pinguicula alpina* und *Gentiana tenella*, schottisch *Gentiana verna*, norwegisch *Saxifraga Cotyledon*, pyrenäisch *Plantago alpina*. Die in Lindsay's Katalog der isländischen Flora ausser diesen noch erwähnte *Gentiana bavarica* ist daselbst schwerlich wirklich vorhanden.

44 *Lindsay, Flora of Iceland* (a. a. O. p. 87).

45. *Martins, du Spitzberg au Sahara.* Deutsche Ausgabe, 1. S. 100. Die in Grönland nicht beobachteten Pflanzen Spitzbergens sind folgende: in Asien einheimisch *Parrya arctica*, *Arenaria Rossii*, *Nardosmia frigida*, *Hierochloa pauciflora*; daselbst und im Samojedenlande *Saxifraga hieracifolia*, *Salix polaris*; im Samojedenlande und im arktischen Amerika nachgewiesen *Dupontia Fischeri*; systematisch zweifelhaft oder geographisch unbestimmt sind *Draba pauciflora R. Br.*, *Poa stricta Lindeb.*, *Glyceria angustata Malmgr.*, *Catabrosa vilfoidea Anders.*

46. Die arktische Flora, nach ihrem reineren Gepräge aufgefasst, vertheilt sich in weniger als 50 Familien. Die artenreichsten derselben bilden folgende Reihe (die Verhältnisszahlen sind grossen Schwankungen unterworfen: Hooker a. a. O. p. 276): Cyperaceen etwa 10 Procent, Gramineen 10, Cruciferen 8, Caryophylleen 7, Ranunculaceen 5, Rosaceen 5, Saxifrageen 5, Ericeen 5, Synanthereen 4 Procent.

Die Schätzung der arktischen Gefässpflanzen gründet sich auf folgende Daten:

Hooker's Katalog der jenseits des Polarkreises nachgewiesenen Gefässpflanzen enthält	806 Arten
ist nach meiner Ansicht von der Zahl selbständiger Arten, die hier als Varietäten bezeichnet sind, zu erhöhen um	119 -
	925 -
Von diesen sind diejenigen, welche das Waldgebiet bewohnen, ohne in der arktischen Flora nachgewiesen zu sein, abzusetzen; ich schätze dieselben auf	—413 -
Hinzuzufügen sind die isländischen Pflanzen, welche jenseits des Polarkreises nicht nachgewiesen sind; dies sind die in Lindsay's isländischem Katalog enthaltenen und bei Hooker fehlenden Arten . .	+169 -
Summe	681 -

47. Als endemische und selbständige Arten der arktischen Flora betrachte ich folgende:

Draba corymbosa R. Br.
Parrya arenicola Hook. (Amerika).
Cochlearia fenestrata R. Br.
Braya glabella Rich.
- *pilosa Hook.* (Amerika).
Astragalus polaris Benth. (Amerika).
Potentilla pulchella R. Br.
- *tridentata L.* (Grönland und Labrador).
Saxifraga sileniflora Sternb. (Amerika).
- *Richardsonii Hook.* (Amerika).
Nardosmia glacialis Led. (Asien).
Chrysanthemum integrifolium Rich. (Amerika).
Artemisia androsacea Seem. (Amerika).
- *Steveniana Bess.* (Asien).
Arnica alpina Laest.
Pedicularis groenlandica Retz.
Monolepis asiatica F. M. (Asien).
Salix glacialis Anders. (Amerika).
Dupontia Fischeri R. Br.
Deschampsia brevifolia R. Br.
Pleuropogon Sabini R. Br. (Melville).
Atropis angustata Gr.
Festuca Richardsonii Hook. (Amerika).

47a. *Arnica alpina Laest.* ist auszuschliessen: sie kommt nicht auf den Gebirgen im Wilui, noch am Baikal vor (Schmidt in lit.).

Pleuropogon Sabini R. Br. kommt auf Nowaja Semlja vor (Schmidt in lit. nach Trautvetter).

[Zusatz im Handexemplar des Verfassers].

48. Christ (a. a. O. S. 16).

49. Hooker (a. a. O. p. 256).

50. Anordnung der Monotypen, deren (in einigen Fällen problematische) Heimath durch gesperrte Schrift angedeutet wird:

	Arktisches Gebiet.	Alpine Regionen. Waldgebiet.
Caryophylleen. *Merckia.*	Nordwestl. Amerika.	Kamtschatka.
	Tschuktschenland.	
Ericeen. *Osmothamnus.*	Asien.	Altai, Stanowoi.
Diapensia.	Amerika.	Nordamerika.
	Tschuktschenland.	Altai, Ostsibirien, Kamtschatka und Sachalin (Schmidt in lit.).
	Samojedenland.	Skandinavien.
	N. Semlja, Grönland.	
Scrophularineen. *Gymnandra.*	Asien.	Altai.
	Samojedenland.	Himalaja.
	Amerika.	
Primulaceen. *Dodecatheon.*	Amerika.	Nordamerika. Nordamerika.
	Tschuktschenland.	
Douglasia.	Amerika.	Rocky Mountains.
Polygoneen. *Koenigia.*	(Asien.)	Altai.
	Samojedenland.	Himalaja.
	Spitzbergen.	Rocky Mountains.
	Grönland.	
	Amerika.	
Chenopodeen. *Monolepis.*	Asien.	(Rocky Mountains.)
Gramineen. *Pleuropogon.*	Insel Melville.	
Dupontia.	Amerika.	
	Tschuktschenland.	
	Spitzbergen.	
	Grönland.	
	Europa.	

Dass bei *Koenigia* und *Monolepis* die problematische Heimath eingeklammert ist, bezieht sich darauf, dass diese Gattungen daselbst noch nicht nachgewiesen sind, sondern nur aus der Gesammtverbreitung auf den Ausgangspunkt ihrer Wanderungen geschlossen wird: bei der ersteren nach Maassgabe der Meeresströmungen, bei der letzteren, weil die Stammart am Missuri in der Nähe der Rocky Mountains wächst.

51. Heer, *Flora fossilis arctica* (bei Saporta a. a. O. p. 89).

52. Die nach Hooker im arktischen Amerika vorkommenden amerikanischen Gattungen sind:

Sarracenia (Sarraceniacee),
Mitella (Saxifragee),
Heuchera (-),
Helenium (Synantheree),
Grindelia (-),
Troximon (-),
Kalmia (Ericee).
Eutoca (Hydrophyllee),
Shepherdia (Elaeagnee),
Comandra (Santalacee),
Zygadenus (Melanthacee),
Sisyrinchium (Iridee).

II. Waldgebiet des östlichen Kontinents.

1. Kittlitz, vierundzwanzig Vegetations-Ansichten von Küstenländern und Inseln des stillen Oceans. Text, S. 53 (Jahresbericht f. 1844. S. 36).

2. In Regel's Flora des Ussuri-Gebiets (p. 211), einer Landschaft, die im Süden des Amur an der äussersten Grenze Ostsibiriens gegen China liegt, sind 569 Gefässpflanzen aufgezählt, von denen etwa 38 Procent auch in Europa vorkommen.

3. Asa Gray, *Statistics of the Flora of the Northern United States*, p. 9 (*American Journ. of science*, 1856): unter 2091 verglichenen Phanerogamen findet der Verf. 321 europäische Arten.

4. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands (Göttinger Studien, 1847).

5. Sendtner, die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns, S. 197.

6. Bode, Verbreitungsgrenzen der Holzgewächse des europäischen Russlands (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, von Baer und Helmersen, Bd. 18. Taf. 1). Die Südostgrenze von Calluna verläuft von Chotin am Dniester über Kaluga und Kasan zum Ural, und schneidet der Reihe nach die Nordostgrenzen von *Fagus* (unweit Brody), *Acer pseudoplatanus* (Kiew), *Carpinus Betulus* (Ukraine), *Fraxinus* (Wolga), *Quercus pedunculata* (östlich von Kasan).

7. In Alten (70°), in der Nähe der lappländischen Baumgrenze steigt die mittlere Wärme nur in den drei Sommermonaten auf und über 8° R. (Juni 8°, Juli 10°, August 10°: Dove, Temperaturtafeln S. 34). Martins bestimmte daselbst im J. 1839 die fünftägigen Mittel während des Frühjahrs und Sommeranfangs. Damals trat schon Mitte Mai eine höhere Temperatur ein (16—20. Mai: 8°,9), die aber nach einer kälteren Periode erst im Juni (6—10. Juni: 8°,6) dauernd über 8° sich hob (*Voyage botanique le long des côtes de la Norvège*, p. 87). In der Nähe der durch die Lärche gebildeten Baumgrenze des Taimyrlandes (71° N. B.) ist die Periode, während welcher das Thermometer über 8° steht, kürzer (Juni 1°,5, Juli 7°,5, August 8°,5), in Jakutsk (62°) dauert dieselbe, wie in Alten, drei Monate, ist aber von einer höheren Wärme begleitet (Juni 10°, Juli 13°,5, August 11°: Middendorff, Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. IV. 1. S. 367). Ob die Verkürzung der Vegetationszeit der Lärche im Taimyrlande nur auf der eigenartigen Natur dieses Baums beruht, oder ob die Insolation und die Tageslänge dabei von Einfluss sind, kann erst ermittelt werden, wenn klimatische Messungen an den Baumgrenzen südlicher Gebirge zur Vergleichung vorliegen.

8. Middendorff a. a. O. S. 532.

9. Das. S. 657.

10. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 23. S. 118). Am Sajan (der östlichen Fortsetzung des Altai) wurden Lärchen von 7 Fuss Höhe beobachtet, deren Belaubung (also jenseits der eigentlichen Höhengrenze des Baums) nur etwa 7 Wochen (2. Juli bis 17. August) dauerte.

11. Middendorff a. a. O. S. 657. Wenn der Verf. meint, dass auf die Verkürzung der Vegetationszeit wenig ankomme, und dass die Abnahme der Sommerwärme im hohen Norden des Taimyrlandes auf die Lage der Baumgrenze von grösserem Einflusse sei, so ist dagegen zu erinnern, dass, wenn mehrere klimatische Bedingungen zu erfüllen sind, die eine gerade so wichtig und nothwendig ist wie die

andere. Die Verkürzung der Vegetationszeit ist allerdings auch nur eine Wirkung der gesunkenen Sommerwärme, aber physiologisch betrachtet, ist die längere Dauer derselben eine ebenso selbständige Bedingung des Baumlebens, als die Höhe der Temperatur, bei welcher es erwacht.

12. In Jakutsk (s. o. Note 7) beträgt nur in den drei Sommermonaten die mittlere Wärme jedes einzelnen über 8° R.; in Bordeaux hat schon der März 8°,6 und der Oktober noch 11°,6 Mittelwärme, die dazwischen liegenden sechs Monate entsprechen der Reihe 10°,7, 12°,8, 15°,5, 18°,3, 18°,3, 15°,6 (Dove, Temperaturtafeln, S. 18); in Königsberg hält sich die Wärme 5 Monate lang (Mai—September) über 8° (das. S. 28).

13. Grisebach, Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren (*Linnaea*, 12. S. 193 u. f.).

14. *Becquerel, mémoire sur les forêts et de leur influence climatérique* (*Mém. de l'Instit.* T. 35. 1866. p. 491).

15. Dove, über die Veränderlichkeit der Temperatur der Atmosphäre (Abh. der Berliner Akad. f. 1866. S. 98); über das Klima von Nord-Amerika (Klimatologische Beiträge, 1. S. 16).

16. Dove, die Verbreitung der Wärme, erläutert durch Karten der Monats-Isothermen (Berlin, 1852).

17. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger (Archiv f. Naturgesch. 10. S. 1—3); Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 75: sporadisch findet sich die Buche in wildem Zustande noch an einem Standorte unter 60° 37′, die normale Polargrenze liegt unter 59°—59° 30′. — Auf abweichende Ansichten über die klimatischen Ursachen der Buchengrenze bin ich im Texte nicht eingegangen, da weder die Trockenheit der Luft (De Candolle) noch die Steigerung der Sommerwärme (Basiner) mit dem wirklichen Verlauf dieser Vegetationslinie namentlich in den nördlichsten und südlichsten Breiten in Einklang zu bringen sind.

18. *Andersson, végétation de la Suède*, p. 17.

19. Trautvetter, die pflanzengeographischen Verhältnisse des europäischen Russlands, 1. S. 40.

20. Vaupell, Nizzas Winterflora, S. 29: die mittlere Belaubungszeit der Buche fällt in Kopenhagen auf den 9. Mai. Ich nehme hiernach an, dass ihre Vegetationszeit in der Nähe ihrer Polargrenze nicht weniger als 5 Monate dauert, so wie sich dieselbe in Madeira nur bis auf 7 Monate verlängert. Dieses letztere Verhältniss wird in dem Abschnitt über die Mittelmeerflora erörtert. Dass die nordöstliche Vegetationslinie der Buche auf einem klimatischen Grenzwerth beruhe, geht aus ihrem regelmässigen Verlauf über den ganzen Kontinent und daraus hervor, dass Kulturversuche im jenseitigen Gebiete misslungen sind. An einigen Orten, wo die Buche nicht mehr gedeiht, die aber ihrer Vegetationslinie nahe liegen, an den geschützten, inneren Fjorden von Bergens Stift und auch in Dorpat könnte nach den Messungen über die Temperaturkurve eine Entwickelungszeit von 5 Monaten noch erreicht werden, aber schon früher (Note 17) habe ich hieraus geschlossen, dass die Verbreitung des Baums in Norwegen ihren klimatischen Grenzwerth nicht überall erreicht. Solche Abweichungen gehören indessen nur in den Kreis der lokalen Anomalieen, die sich bei den klimatischen Vegetationslinien stets wiederholen, und die vom Standort und Boden abhängen, oder auch von der Incongruenz der meteorologischen Messungen mit dem Wärmemaass, welches den Pflanzen wirklich zu Theil wird.

21. Blom, das Königreich Norwegen, 1. S. 48; Schübeler a. a. O. S. 72: Polargrenze der Eiche an der norwegischen Westküste zu Thingvold in Romsdalen (63°, im östlichen Norwegen schon unter 61°).

22. *Andersson* a. a. O. p. 25.

23. Trautvetter a. a. O. 2. S. 29.

24. Middendorff, a. a. O. S. 576.

25. Die Polargrenze der Weizenkultur ist bei *Quetelet, climat de la Belgique*, 1. Taf. 1 graphisch eingetragen: nur im Innern des europäischen Russlands geht sie über die Eichenwälder hinaus bis 60° N. B. In Schweden hat Quetelet die Polargrenze des Weizenbaus zu weit nach Norden gerückt (bis 63°), indem sie hier nach Andersson (*Aperçu de la végétation de la Suède*, p. 60) nur das Stromthal der Dalelf (60—61°) erreicht, also in gleicher Breite wie in Russland liegt. Allerdings fügt er hinzu, dass an günstigen Orten und in guten Jahren selbst noch im schwedischen Lappland (Quickjock 67°) Weizenernten erzielt werden, aber diese Bemerkung bezieht sich auch nur auf den Sommerweizen, indem ausdrücklich bemerkt wird, dass der Anbau des Winterweizens zu Fahlun an der Dalelf seine Polargrenze findet. In Norwegen soll an der Westküste auch der Winterweizen noch jenseits Drontheim gebaut werden (bis Fosnaes, 64° 40′: Schübeler a. a. O. S. 49).

26. Linsser, die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens (*Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg. Série VII. T.* 11): mittlere Epoche der Belaubung von *Quercus pedunculata* in Brüssel 29. April, in Petersburg 27. Mai, der Entlaubung in Brüssel 4. November, in Petersburg 21. Oktober. Setzen wir zu diesen Zeitpunkten die dazu gehörenden Tagestemperaturen, die aus vieljährigem Material für Brüssel von Quetelet (*Mémoire de la température de l'air à Bruxelles*, 1867. p. 26: nach 30jährigen Messungen), für Petersburg von Dove (Temperaturtafeln, S. 68: aus 26 Jahren) berechnet sind, so erhalten wir folgende, im Texte benutzte Werthe: Belaubung in Brüssel bei 8°,25 R., in Petersburg bei 9°,25; Entlaubung in Brüssel bei 6°, in Petersburg bei 1°,76.

27. Mittlere Epoche der Belaubung der Birke in Brüssel 14. April bei 6°,3, in Petersburg 15. Mai ebenfalls bei 6°,3, der Entlaubung in Brüssel 1. November bei 6°,6, in Petersburg 11. Oktober bei 5°,6 (nach denselben Quellen bei Linsser, Quetelet und Dove).

28. Middendorff a. a. O. S. 566.

29. Die sibirische Tanne (*Pinus obovata*) hat ihre Polargrenze am Jenisei, wie die Birke, unter 69° N. B., an der Lena unter 64° (Middendorff a. a. O. S. 543).

30. Mittlere Epoche des Ausschlagens der Lärche in Namur 1. April, in Pulkowa 23. Mai (die diesen Tagen entsprechenden Temperaturen betragen in Brüssel 6°,8, in Petersburg 8°,5); Nadelfall in Namur 12. November, in Pulkowa 10. November (entsprechende Temperaturen in Brüssel 4°,9, in Petersburg —0°,1: alle Angaben nach denselben Quellen, wie bei Note 26 u. 27).

31. Polargrenze der Lärche in Sibirien: Ural 68°, Jenisei 70°, Boganida 71°, Chatanga 72°, Lena 72°, Indigirka und Kolyma 69°, Anadyr 65°, Ochotsk 61° (Middendorff a. a. O. S. 531). — Ueber das Verhältniss der sibirischen und daurischen Lärche (*Pinus Ledebourii* und *daurica*) zu der europäischen (*P. Larix*), die schon Pallas als Abänderungen derselben Art auffasste, sind die Bemerkungen Middendorff's (a. a. O. S. 527) maassgebend; die Zeichnungen, die er in Bezug auf die Variation der

Schuppen mittheilt, und Beobachtungen an kultivirten Lärchen führten mich zu der im Texte angegebenen Pallas'schen Ansicht zurück.

32. Middendorff a. a. O. S. 550.

33. Die sibirische Rothtanne (*Pinus obovata*) unterscheidet sich von der europäischen (*P. Abies*), wie sich aus Middendorff's Darstellung (a. a. O. S. 542) ergiebt, eigentlich nur durch kürzere Zapfen, da der Charakter der oben ausgerandeten Zapfenschuppen bei der letzteren, der ganzrandigen bei der ersteren, wie bei den Lärchen, variabel ist. Middendorff bemerkt, dass weder bei den sibirischen Rothtannen noch Lärchen forstwirthschaftliche Eigenthümlichkeiten vorhanden sind, und dass sie sich auch nicht durch ihren Wuchs oder ihre Nadeln von der europäischen unterscheiden lassen. Die Selbständigkeit von *Pinus obovata* konnte nicht bezweifelt werden, so lange der Irrthum nicht berichtigt war, den Ledebour beging, als er sie in der altaischen Flora zuerst beschrieb, und den er auch später hartnäckig festhielt, indem er (*Fl. ross.* 3. p. 671) behauptete, dass die Zapfen aufrecht ständen, wie bei der Edeltanne, und dass dies auch bei *P. orientalis* der Fall sei, wo sie Lambert und Spach hängend haben zeichnen lassen. Nachdem Middendorff von *P. obovata* versichert, dass die Zapfen gerade so herabhängen, wie bei *P. Abies*, bleibt kein anderer Unterschied übrig, als dass bei der ersteren die Länge derselben nur 2—3 Zoll beträgt, bei der letzteren etwa das Doppelte. Diese Eigenthümlichkeit lässt sich recht wohl als eine Wirkung des kontinentalen Klimas, als einer Verkürzung der Entwickelungsperiode vorstellen und dient mir daher zur Erläuterung des Begriffs klimatischer Varietäten. Ob dieser Charakter der Zapfengrösse sich in der Kultur beständig erweise oder nicht, würde zur Entscheidung der Frage nicht leicht beitragen, da die Wirkungen geänderter physischer Bedingungen auf die Organisation erst nach einer längeren Reihe von Generationen einzutreten pflegen. Meine Ansicht, dass *Pinus obovata* nur eine klimatische Varietät von *P. Abies* sei, wird jetzt auch in Russland getheilt: Teplouchoff fand beide Zapfenformen durch Uebergänge verbunden (*Mém. de Moscou*, 1868. 2. p. 244).

34. *Maximowicz*, *Primitiae Florae amurensis* (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb. par divers savants*. T. 9. p. 390).

35. Unter den noch unvollständigen Nachrichten über das Klima des Amurlandes genügen doch die von Maximowicz (a. a. O. p. 376) über anderthalb Jahre fortgesetzten Messungen von Mariinsk, verglichen mit denen von Nertschinsk in Daurien, den im Texte ausgesprochenen Satz zu begründen. Mariinsk (52° N. B.) liegt nämlich an der äussersten Ostgrenze des Amurgebiets, am westlichen Fuss der Küstenkette, dem Meere schon ganz nahe und zeigt dieselbe Sommerwärme, den Winter auch noch streng genug: die westlichen Landschaften am mittleren Amur werden daher nur wenig von dem Kontinentalklima Dauriens abweichen. Mariinsk: Temperatur des wärmsten Monats (August) 14°,1 R., des kältesten (Februar) — 14°,6, Unterschied fast 28°; Nertschinsk: Temperatur des wärmsten Monats (Juli) 14°,2, des kältesten (Januar) — 23°,6, Unterschied fast 38°.

36. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs von Baer und Helmersen, Bd. 23. S. 534. 546). Im Bureja-Gebirge, welches der mittlere Amur mit seinem grossen südlichen Bogen durchschneidet (49 bis 48° N. B.) fand der Reisende den Boden nach den wärmsten Sommertagen nur bis zur Tiefe von »nicht ganz einem Faden« aufgethaut und führt zugleich die Beobachtung an, dass in den Hochsteppen Dauriens das Erdreich abwärts von anderthalb

Faden Tiefe gefroren bleibt. Das Kälteextrem von —35° (S. 534) kam ebenfalls im Stromeinschnitt des Burejagebirgs im Januar 1858 vor.

37. Schrenck, Reisen und Forschungen im Amur-Lande. Bd. 1. Einleitung, S. 27.

38. Radde (a. a. O. S. 620. 646) fand die Belaubung der Bäume am mittleren Amur nach der Mitte des Mai grösstentheils vollendet (9. Mai alten Styls), Ende September (13. Sept. a. St.) macht er dieselbe Bemerkung über die Entlaubung. Er bezeichnet das Klima im Bereiche des Bureja-Gebirgs in folgenden Zügen: ein ganz kurzer Frühling, ein warmer, sehr feuchter Sommer, ein langer Herbst und ein Winter von grosser Kälte, der nur ausnahmsweise schneereich sei. Schrenck indessen (a. a. O. S. 30) unterscheidet die Gegenden am unteren Stromlauf (unterhalb des Bureja-Gebirgs) durch starken Schneefall von den weiter aufwärts gelegenen und erkennt hierin, sowie in der verhältnissmässigen Minderung der Winterkälte den Einfluss des Meers.

39. In Nertschinsk betrugen die jährlichen Niederschläge 16 Zoll, wovon nicht ganz 4 Linien auf den Winter fallen, in Barnaul am Altai ist dasselbe Verhältniss 11″ : 9‴ (Dove, klimatologische Beiträge. 1. S. 183).

40. Schrenck a. a. O. S. 24.

41. Maximowicz a. a. O. S. 399; Schmidt, Reisen im Amurlande und auf Sachalin, S. 85.

42. Schmidt a. a. O. S. 89. Die kamtschadalische Birke wird auch noch im Gebiet des Ussuri, einem südlichen Nebenflusse des Amur, angegeben (*Regel, Tentamen Florae ussuriensis p.* 134: *Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg.* VII. 4. 1861), aber die hier beobachtete Art soll *B. costata Trautv.* sein, welche Trautvetter von *B. Ermani* unterscheidet, und die Regel, nachdem er sie früher mit dieser verbunden, jetzt zu der japanischen *B. ulmifolia* zieht (Bemerkungen über *Betula* und *Alnus*. Moskau, 1866. p. 26). Wahrscheinlich sind die Arten dieser Gruppe zu sehr vervielfältigt und *B. Ermani* selbst nur die durch das ganze östliche Asien verbreitete Bhojpaltra-Birke (*B. Bhojpaltra Wall.*), die am Himalaja zuerst beobachtet, auf den japanischen Gebirgen wiedergefunden, weiter im Norden in die Ebenen von Kamtschatka eintritt.

43. In Peterpaulshafen auf Kamtschatka beträgt die Sommerwärme 10°,4 R., die des Winters —5°,7, die höchste, im Juli beobachtete Temperatur 12°, die niedrigste im Januar nur — 6° (Erman's Reise um die Erde. 3. S. 560, vergl. Jahresbericht f. 1848. S. 376). Nach dem Verlauf der Monatsisothermen bei Dove darf man die Juliwärme in Peterpaulshafen auf 11° schätzen. Der Unterschied von Sommer- und Wintertemperatur (16°) ist also bedeutend geringer als im Amurlande (Note 35) und die verringerte Sommerwärme würde den Laubhölzern desselben nicht mehr genügen.

44. Die Juliwärme von Oschotsk (59° N. B.) beträgt 10° R., von Ajan (56°) ebenfalls 10°, die des Januar dort — 19°, hier — 17° (Maximowicz a. a. O. S. 374). Der Unterschied beider Monate (dort 29°, hier 27°) ist also ebenso gross wie im Amurlande (Note 35), die Sommerwärme (9°,5 in Ochotsk) wenig geringer als in Kamtschatka (Note 43).

45. In Nicolajevsk, an der Mündung des Amur (53°) betrug die Juliwärme 12°, die des Februar, des kältesten Monats, — 16° (Maximowicz a. a. O. S. 376). Der Unterschied beider Monate (28°) ist also derselbe wie jenseits der Küstenkette, aber die Sommerwärme schon etwas gemindert.

46. Dove, Bericht über die auf den Stationen des meteorologischen Instituts im

preussischen Staate angestellten Beobachtungen, 1851. S. XVII: »die grösste Winterkälte fällt in die von der See entfernten Stationen der östlichen Provinzen.« Die wichtigste nordwestliche Vegetationslinie Norddeutschlands, die der Stipa, entspricht der durch die Orte Danzig, Stettin, Berlin und Erfurt bezeichneten Linie gleicher Januar- und Juli-Temperatur (Jan. — 2°,0; — 2°,25; — 1°,9; — 1°,8; Juli 14°,0; 14°,0; 15°,0; 13°,6: vergl. Jahresb. f. 1851. S. 16).

47. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands: aus diesem Gebiete sind hier 81 südöstliche, 96 nordwestliche, also zusammen 177 der Küstenlinie parallele Pflanzengrenzen nachgewiesen, dagegen nur 50 Nord- und 9 Südgrenzen, die auf das solare Klima bezogen sind. Die Diskussion über die klimatischen Bedingungen der südöstlichen und nordwestlichen Vegetationslinien ist in dieser Abhandlung ausführlich vorgetragen, worauf ich hier verweise, indem die Einwürfe, welche gegen die geführte Argumentation erhoben werden können, und die Erweiterungen, welche sich daraus ergeben, in dem Texte ausgesprochen sind.

48. Den Graden der Entwickelung des Seeklimas in den drei Zonen des westlichen Europa entsprechen die Januar- und Juli-Temperaturen z. B. folgender Orte (nach Dove's Temperaturtafeln), unter denen Krakau (nach 20jährigen Messungen) durch strengere Winterkälte abweicht und nur in der Juliwärme mit den Grenzen der Vegetationszonen in Einklang steht. Karlsburg in Siebenbürgen hat eine zu geringe Variation, aber die Messungen beziehen sich nur auf 2 Jahre.

10—14° R. Temperaturunterschied des wärmsten und kältesten Monats.

Bergen	(60° N. B.)	Jan. 1°,3;	Juli 12°,6;	Unterschied 11°,6.
Dublin	(53° -)	- 3°;	- 13°;	- 10°.
London	(51° -)	- 2°,3;	- 14°,2;	- 11°,9.
Paris	(49° -)	- 1°,5;	- 15°;	- 13°,5.
Bordeaux	(45° -)	- 4°;	- 18°,3;	- 14°,3.

15—18° R.

Danzig	(54° N. B.)	Jan. — 2°;	Juli 14°;	Unterschied 16°.
Berlin	(52° -)	- — 1°,9;	- 15°;	- 16°,9. } s. o. Note 46.
Erfurt	(51° -)	- — 1°,8;	- 13°,6;	- 15°,4. } s. o. Note 46.
(Krakau	(50° -)	- — 3°,6;	- 15°,6;	- 19°,2.)
Stuttgart	(49° -)	- — 0°,9;	- 15°,2;	- 16°,1.
Prag	(50° -)	- — 2°;	- 16°;	- 18°.
Passau	(48° -)	- — 1°,3;	- 14°,5;	- 15°,8.

18—19° R.

Wien	(48° -)	- — 1°,2;	- 17°,2;	- 18°,4.
Ofen	(47° -)	- — 1°,5;	- 17°,4;	- 18°,9.
(Karlsburg	(46° -)	- + 0°,3;	- 17°;	- 16°,7).

49. *De Candolle, géographie botanique*, p. 687.

50. Die Küstenlinie, welche *Erica cinerea* begleitet, reicht von den Faröer und von Bergen in Norwegen (mit einigen Lücken) bis Portugal. Die tiefer im Binnenlande gelegenen Standorte (Bonn, Isère) sind höchst sporadisch, und selbst im Mittelmeergebiete findet sich diese Erike fast nur längs des Meerbusens der Provence.

51. Grisebach, Vegetationslinien, S. 29.

52. *De Candolle* a. a. O. p. 160.

53. *Fuss, Flora Transylvaniae*, p. 602.

54. Grisebach, Vegetationslinien, S. 23.

55. Juliwärme von Bordeaux 18°,3; von Gotha 16°,8; von Warschau 15° (Dove).

56. Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer, S. 43. 294. Der Verf. verglich die Vegetationsphasen von Pesth mit denen von Wien und fand, dass im Frühlinge die Entwickelung sich am ersteren Orte Anfangs etwas verspätet, dann aber bald beschleunigt wird und später einen Vorsprung gewinnt.

57. Das. S. 78. 84 (vergl. Grisebach in Göttinger gel. Anzeigen f. 1863. S. 1688).

58. Burkhardt, Berichte der österreichischen meteorologischen Centralanstalt f. 1856.

Niederschläge.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept. (Pariser Linien).
Szegedin.	18‴	7,‴5	20‴	16‴.
Debreczin.	43‴	42,‴5	19‴	62‴.

59. Verbreitung der immergrünen Sträucher in der westlichen Zone:

1) Atlantische Erikenform mit reiner Binnenlandsgrenze.

Bis Irland (55°) . . . . . *Erica ciliaris.*
- - (55°, aber fehlend von 55—47°) . *Daboecia polifolia.*
- - (54°, aber fehlend von 54—45°) . *Erica mediterranea.*
- Cornwales (51°) . . . . . *Erica vagans.*
- Paris (49°) . . . . . *Erica scoparia.*

2) Atlantische Erikenform mit einer nördlichen und einer südöstlichen Vegetationslinie nebst sporadischen Standorten im Binnenlande.

Bis Faröer und Norwegen (62°) . . . . . *Erica cinerea* (s. Note 50).
- Schottland, Mälarsee u. Livland (59°) . *Erica Tetralix.*

3) Atlantische Dornsträucher.

Bis Schottland (59°: nordöstliche Vegetationslinie bis Dänemark), in Schweden (58°) erfrierend, Südostgrenze in Deutschland mit südlicher Kurve bis Italien. *Ulex europaeus.*
- Schottland (57°: rein östliche Grenze) . . *Ulex nanus.*

4) Südeuropäische Oleander- und Myrtenform: Polargrenze diesseits der Alpen und mit atlantischem Erweiterungsschenkel.

Bis Norwegen (62°; Schottland bis 59°; östlichster Standort des Küstengebiets Rügen 54°; südliche Kurve vom Bodensee bis Wien 48°). *Ilex Aquifolium.*
- Rheinland (51°: Moselthal, sporadisch in Thüringen, von hier nördliche Vegetationslinie des Küstengebiets wahrscheinlich bis England, südliche Kurve vom Jura bis Oesterreich 48°). *Buxus sempervirens.*

5) Südeuropäische Lorbeer- und Oleanderform: Polargrenze jenseits der Alpen im Mittelmeergebiet und mit atlantischem Erweiterungsschenkel (analog *Pinus Pinaster*).

Bis Normandie (50°: Cherbourg) . . . . . *Laurus nobilis.*
- Loire (47°: Angers) . . . . . *Quercus Ilex.*

6) Südeuropäische Myrtenform: Polargrenze jenseits der Alpen und mit einer nordöstlichen Vegetationslinie am atlantischen Erweiterungsschenkel (analog *Castanea*).

Bis Schottland (56°: Nordostgrenze von hier zur südlichen Schweiz 46°). *Ruscus aculeatus.*

- Charente (46°: Nordnordostgrenze von da zur Isère 45°). *Osyris alba.*

60. Beispiele von Pflanzen, die durch die nordwestliche Vegetationslinie der centralen Zone begrenzt sind.

Insel Gottland bis Cevennen (Languedoc)	*Adonis vernalis.*
- - - Nahethal (in Frankreich die Linie überschreitend).	*Fumana procumbens.* *Globularia vulgaris.*
- - - Mainz	*Gypsophila fastigiata.*
- - - Thüringen	*Artemisia rupestris.*
- Oeland - Lyon (sporadisch Paris)	*Helianthemum oelandicum.*
- - - Thüringen	*Thalictrum angustifolium Jacq.* *Artemisia laciniata.*
- - - Elbgebiet b. Magdeburg	*Ranunculus illyricus.*
Oestliches Schweden (60°) bis Thüringen	*Lavatera thuringiaca.*
Südliches Schweden (59°) bis östl. Frankreich (sporadisch im westl. Frankreich).	*Stipa pennata.*
Pommern bis Dauphiné (Provence)	*Potentilla alba.*
- - - (Languedoc)	*Dictamnus albus.* *Stipa capillata.*
- - -	*Oxytropis pilosa.*
Franken bis Lyon (sporadisch im westl. Frankr.) . . .	*Rosa gallica.*

61. Vegetationslinien einiger Sträucher im östlichen Deutschland, die dasselbe mit der ungarischen und russischen Flora verbinden.

Posen, Schlesien, Böhmen (sporadisch Saalfeld; Ostgrenze: Ukraine).	*Cytisus capitatus.*
Ostpreussen bis oberes Donauthal (Augsburg; Ostgrenze im Steppengebiet).	*Cytisus ratisbonensis.*
Ostpreussen bis Böhmen (Ostgrenze am Ural)	*Evonymus verrucosus.*

62. *De Candolle, géographie botanique,* p. 1271. Hier finden sich unter anderen folgende Zählungen:

In Westfinmarken wachsen (nach Lund) 402 Phanerogamen, auf einem etwa ebenso grossen Raume im Rheinthal von Schaffhausen bis Rheinbayern (nach Griesselich) 1362 Arten (1 : 3,1);

in Fries' skandinavischer Flora, welche Finland und Dänemark mit umfasst (*Summa veget. Scand.*) sind 1677 phanerogamische Arten aufgezählt, in Koch's deutscher Flora (*Synopsis Fl. germ. ed. II*) 2480 (1 : 1,67); in Wahlenberg's schwedischer Flora 1165, in Duby's französischer Flora 3614, wovon aber 800 Arten des Mittelmeergebiets und Korsikas abzusetzen sind, also etwa 2800 übrig bleiben (1 : 2,4; vergl. *Martins, essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France* in dem encykl. Werke *Patria*).

63. Grisebach, Vegetationslinien S. 14. 36 u. f. Von den etwa 90 Arten, deren Polargrenzen (zwischen 51° und 53° N. B.) hier zusammengestellt sind, wähle ich folgende Beispiele aus, um den Parallelismus mit den Breitegraden auf dem Kontinent Europas nachzuweisen.

Clematis Vitalba. Nordwestliches Deutschland 53°; Polen 53°, Russland 52°.
- *recta.* - 52°; Dongebiet in Russland 52°.
Erysimum odoratum. - 52°; Volhynien 52°.
Dianthus caesius. - 52°; England 52°; Posen 52—53°.
Linum tenuifolium. - 52—53°; Volhynien 52°.
Astrantia major. - 51—52°; Posen 52—53°, Lithauen 53°.
Bupleurum falcatum. - 52°; England 52°; Volhynien 52°.
Orlaya grandiflora. - 52°; Polen 52°.
Carlina acaulis. - 52°; Posen 53°, Lithauen 53°.
Centaurea montana. - 52°; Volhynien 52°.
Phyteuma orbiculare. - 53°; England 52°; Lithauen 53°.
Lithospermum purpurocaeruleum. - 52°; England 52°; Podolien 49°.
Verbascum phoeniceum. - 52—53°; Preussen 53°; Lithauen 52°.
Veronica spuria. - 52°; Lithauen 52°.
Salvia sylvestris. - 52°; Lithauen 52°.
Ajuga chamaepitys. - 52°; England 53°; Volhynien 52°.
Teucrium chamaedrys. - 52°; England 57°; Volhynien 52°.
Androsace elongata. - 52°; Volhynien 52°.
Polycnemum arvense. - 53°; Polen 53°.
Scilla bifolia. - 52°; Volhynien 52°.
Andropogon Ischaemum. - 52°; Lithauen 52°.
Sclerochloa dura. - 52°; Volhynien 52°.

64. *Andersson, végétation de la Suède*, p. 62.

65. Metzger, landwirthschaftliche Pflanzenkunde, S. 93.

66. Berghaus, physikalischer Atlas. Pflanzengeogr., Taf. 2, vergl. Jahresb. f. 1844. S. 1.

67. Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 51.

68. Die Temperatur der Monate Mai bis September ist in Stockholm und Torneo folgende (Dove's Temperaturtafeln):

	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.
Stockholm.	7°,25	11°,5	14°	13°	9°,5.
Torneo.	4°	10°,6	13°	10°,9	6°,3.

69. Schübeler, a. a. O. S. 5.

70. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger (Archiv f. Naturgesch. 10. S. 24. 25). Eine ähnliche Beobachtung machte Baer an der Ostküste des weissen Meers (65°), wo die Blätter von *Aconitum septentrionale* zuweilen einen Durchmesser von über anderthalb Fuss erreichten (*Bullet. scientif. de l'acad. de Pétersb.* 3. p. 133).

71. Boussingault, die Landwirthschaft. Deutsche Ausg. 2. S. 436; vergl. Grisebach, Einfluss des Klimas (*Linnaea*, 12. S. 188).

72. *Martins, Voyage botanique lelong des côtes de la Norvège.* 1846. p. 92.

73. Sachs, Experimental-Physiologie, S. 30. 32.

74. Middendorff a. a. O. S. 702—723: dies ist die Hauptquelle über die Polargrenzen des Ackerbaus in Russland; in Beziehung auf Skandinavien finde ich nur die Angaben über die Kultur des Winterroggens zu berichtigen, die nach den einheimischen Quellen (Schübeler, Andersson) viel zu weit nach Norden verlegt sind. Vereinzelte Versuche des Anbaus, auch wenn sie bei günstiger Exposition Erfolg haben, sind, wie bei den Vegetationslinien überhaupt, niemals in Betracht zu ziehen,

wenn es sich um die Erforschung der klimatischen Bedingungen des Vorkommens einer Pflanze handelt.

75. Daselbst, S. 496.

76. Schübeler, a. a. O. S. 21.

77. Metzger, a. a. O. S. 20.

78. *De Candolle, géographie botanique*, p. 337.

79. Das. p. 942. De Candolle und mit ihm die meisten Botaniker halten den amerikanischen Ursprung des Mais für gewiss. Dagegen spricht die systematische Verwandtschaft mit *Coix* und einigen anderen, asiatischen Gräsern. Ein anderer Gegenbeweis liegt doch vielleicht auch in den Nachrichten über die chinesische Maiskultur, obgleich de Candolle deren Sicherheit bestreitet. Nirgends hat man in Amerika den Mais oder verwandte Organisationen von Gramineen wild gefunden. In der allgemeinen Verbreitung des Maisbaus in diesem Kontinent, welche die Conquistadoren vorfanden, kann man, wie in der Kultur der Banane und der Orange, Zeichen der vorhistorischen Verbindungen erblicken, welche zwischen Asien und Amerika bestanden zu haben scheinen, und von denen vielleicht, wenn nicht die erste Einwanderung, doch die höhere Kultur von Mexiko und Peru abzuleiten ist.

80. Metzger, a. a. O. S. 206; *Blodget, climatology of the United States*, p. 420.

81. Bode, a. a. O. (Note 6), Taf. 2: Polargrenze von *Pyrus Malus*. Die Angaben über die Obstkultur in Skandinavien sind den Schriften von Schübeler (Note 67) und Andersson (Note 64) entnommen.

82. *De Candolle, géographie botanique*, p. 339 u. 357: hier sind die heutigen und ehemaligen Grenzen der Weinkultur angegeben, die nur in Bezug auf Deutschland ein wenig emendirt werden mussten. Zur klimatischen Charakteristik der Polargrenze können folgende Werthe (aus Dove's Temperaturtafeln) dienen:

	Temperatur des Sommers;	des Septembers.
Nantes	16°,3 R.	14°,3.
Lüttich	15°,1 -	12°,8.
Coblenz	15°,7 -	12°,6.
Dresden	15°,1 -	11°,7.

Die Polargrenze geht am Rhein durch Bonn (50° 45′), in Hessen durch Witzenhausen (51° 20′), im nördlichsten Schlesien durch Grüneberg (51° 55′); drei in der Nähe dieser Orte, aber ausserhalb der Grenze gelegene Stationen sind Köln, Heiligenstadt und Frankfurt an der Oder (Bericht über die meteorol. Stationen des preuss. Staats, S. XVII).

	Temperatur des Sommers;	des Septembers.
Köln	14°,1 R.	12°,3.
Heiligenstadt	12°,1 -	10°,2.
Frankfurt a/O.	13°,9 -	11°.

83. Baer, die Verbreitung des organischen Lebens (Reden in wissenschaftlichen Versammlungen, 1. S. 186).

84. Middendorff, a. a. O. S. 651. 654.

85. Schacht, der Baum, S. 167.

86. Middendorff, a. a. O. S. 631. 641.

87. Nägeli, Entstehung u. Begriff der naturhistorischen Art, S. 47.

88. Die elf Nadelholzbäume des Gebiets bilden, nach dem Umfang ihres geographischen Areals geordnet, folgende Reihe: Kiefer oder Föhre (*Pinus sylvestris*), Fichte oder Rothtanne (*P. Abies* und *var. obovata*), Lärche (*P. Larix, var. sibirica* und *daurica*), Arve oder Zirbelnusskiefer (*P. Cembra*), Taxus (*Taxus baccata*), Edel- oder Weisstanne (*P. Picea*), Pichta- oder sibirische Edeltanne (*P. Pichta*), Menzies-Tanne (*P. Menziesii* von Ostsibirien bis Japan und zu den Rocky Mountains, indem dazu nach Parlatore *P. ajanensis*, *sitchensis* und *jezoensis* gehören); an die Küsten von Frankreich verbreitet sich von Südeuropa aus die Seestrandskiefer (*P. Pinaster*), bis zum Wiener Walde und Ungarn die Laricio-Kiefer (*P. Laricio* und *var. austriaca*); den Alpen, Karpaten und Sudeten eigenthümlich ist die Krummholzkiefer (*P. montana* oder *Mughus*), die nur selten und nur in den westlichen Alpenthälern zu der Grösse eines Baums sich erhebt, der für die pyrenäische *P. uncinata* gehalten worden ist, über deren Eigenthümlichkeiten noch weitere Beobachtungen erforderlich scheinen (vergl. Grisebach, Bemerkungen zu Willkomm's Monographie der europäischen Krummholzkiefern in Regensb. Flora, 1861. S. 593). Ueber die *Pinus excelsa* des Skardus vergl. die Mediterranflora.

89. Blasius, Reise im europäischen Russland, 1. S. 102 (Jahresbericht f. 1843. S. 8).

90. Schübeler, a. a. O. S. 57. 61.

91. Middendorff, a. a. O. S. 555.

92. *Wahlenberg, Flora Carpatorum*, p. 310.

93. Middendorff, a. a. O. S. 542.

94. Daselbst Abbildung der Pichta-Tanne, S. 548.

95. Daselbst, S. 766.

96. Grisebach, zur Systematik der Birken (Regensb. Flora f. 1861. S. 625): hier sind die Gründe angegeben, weshalb ich die Unterscheidung der nordischen und deutschen Birken, ungeachtet der Mittelformen, welche wahrscheinlich hybrider Entstehung sind, festhalte. Für diese Ansicht spricht namentlich die geographische Verbreitung: klimatische Varietäten pflegen räumlich gesondert zu sein, zwei verwandte Arten mischen sich, wie die beiden Birken, leicht an den Grenzen ihres Wohngebiets und können, wenn die Gattung dazu geeignet ist, durch hybride Befruchtung die Schärfe des Speciesbegriffs verdunkeln. Aehnlich, wie mit den Birken, verhält es sich mit den beiden Eichen und Linden Mitteleuropas.

97. Blasius, a. a. O. 1. S. 279. 286.

98. Grisebach, die Bildung des Torfs in den Emsmooren, S. 20 (Göttinger Studien, 1845. S. 274).

99. Grisebach, der gegenwärtige Zustand der Geographie der Pflanzen (Behm's geographisches Jahrbuch, 1. S. 376).

100. Czerniajew (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 18. 2. p. 132, vergl. Jahresbericht f. 1845. S. 9). Die höchste Staude in den Wäldern der Ukraine ist *Cephalaria tatarica* (9′); auch die Pilze erreichen hier eine ungewöhnliche Grösse, es giebt 3′ breite Hüte von *Polyporus* und *Lenzites, Lycoperdon horrendum* ist ein kugelförmiger Pilz von 3′ Durchmesser. Der Boden ist der Tschernosem, die schwarze Erde, welche hier 10—15′ in die Tiefe reicht.

101. Bei Grenier und Godron (*Flore de France*) sind 44 Arten von ächten Farnkräutern aus Frankreich aufgeführt: im russischen Antheile unseres Gebiets zähle ich deren 39.

102. Schreiner, Steiermarks Waldstand (Berghaus Annalen, 1837. 4. S. 35). Die drei genannten russischen Gouvernements bilden kaum den dritten Theil des in dieser Quelle für das europäische Russland angenommenen Areals (23800 : 75000 Quadratmeilen), dessen Waldfläche derselbe auf 17 Procent schätzt.

103. Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer, S. 30.

104. Middendorff, a. a. O. S. 646.

105. Berg, das Verdrängen der Laubwälder durch die Fichte und Kiefer (vergl. Jahresbericht f. 1844. S. 15).

106. Vaupell, de nordsjaellandske Skovmoser (vergl. Jahresbericht f. 1851. S. 12).

107. Liebich, Compendium der Forstwissenschaft S. 664.

108. Middendorff, a. a. O. S. 631.

109. Ratzeburg, forstnaturwissenschaftliche Reisen durch Deutschland (vergl. Jahresbericht f. 1842. S. 385).

110. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands (vergl. Jahresbericht f. 1850. S. 3).

111. Fischer, die Vegetationsverhältnisse in Lithauen (Mittheilungen der Berner naturf. Gesellsch. f. 1843—44, vergl. Jahresbericht f. 1844. S. 6).

112. Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer, S. 67. 292 (vergl. Note 57).

113. Kittlitz, Vegetationsansichten, Taf. 17. 22 (Jahresbericht f. 1844. S. 37).

114. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, a. a. O. S. 582. 590. 594. Zur Vergleichung der Bestandtheile der Grasfluren von Kamtschatka mit der Parklandschaft am Amur dienen folgende Angaben:

Gräser. Amur: *Calamagrotis.*

Schlingpflanzen. Amur: *Menispermum, Calystegia, Vicia, Wahlenbergia.*

Stauden. Amur: vorherrschend *Artemisia* (7—8′ hoch); die Umbellifere *Callisace* 8—9′ hoch.

Kamtschatka: vorherrschend *Senecio cannabifolius, Epilobium angustifolium,* charakteristisch *Lilium, Fritillaria;* die höchsten Stauden sind im Texte genannt.

Sträucher. Amur: z. B. *Acer, Viburnum.*

Kamtschatka: *Crataegus, Salix.*

Bäume. Amur: *Quercus mongolica.*

Kamtschatka: *Betula Ermani* und *alba.*

115. Erman, Reise um die Erde (vergl. Jahresbericht f. 1848. S. 377).

116. Grisebach, Vegetationslinien, S. 77: hier sind 24 Pflanzen der norddeutschen Berglandschaften aufgezählt, von denen die Hälfte in der Tiefebene Hannovers, die übrigen in der Nähe der Ostsee wiederkehren.

117. *Martins, du Spitzberg au Sahara* (vergl. Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrbuch, 2. S. 196); im Niveau von 8000—8500′ fand M. unter den beobachteten Pflanzen 8—9 Procent spitzbergische, zwischen 9400′ und 10800′ 21—22 Procent.

118. Ein Verzeichniss von Pflanzen, die zugleich die Alpen und das Tiefland des europäischen Russlands bewohnen, lasse ich hier folgen. Das Extrem dieses im Texte erläuterten Verhältnisses erreichen die wenigen Arten, welche der alpinen Region Europas und den Steppen gemeinsam sind, deren Anzahl aber in den Gebirgen Centralasiens bedeutend grösser zu sein scheint.

Astragalus Onobrychis L.	Alpen.	Pussten, Steppen.
Dianthus barbatus L.	Pyrenäen—Karpaten.	Pensa.
Alyssum alpestre L.	Pyrenäen—Taurus.	Steppen (Identität unsicher).
Pulsatilla Halleri W.	Alpen—Karpaten.	Polen, Livland.
Sedum Anacampseros L.	Pyrenäen—Alpen.	Podolien, Ukraine.
Pedicularis comosa L.	Pyrenäen—Ostsibirien.	Livland, Moskau.
Salvia glutinosa L.	Pyrenäen—Himalaja.	Volhynien, Podolien.
Swertia perennis L.	Pyrenäen—Karpaten.	Nordöstl. Deutschland, Livland.
Lonicera coerulea L.	Pyrenäen—Sibirien.	Petersburg—Schweden.
Cirsium Erisithales Scop.	Alpen—Karpaten.	Podolien, Lithauen.
Daphne Cneorum L.	Pyrenäen—Karpaten.	Böhmen, Lithauen, Volhynien.
Pinus Larix L., Cembra L. und *Picea L.* (s. o. im Texte).		
Orchis globosa L.	Pyrenäen—Kaukasus.	Volhynien, Podolien.
Veratrum nigrum L.	Alpen—Ostsibirien.	Volhynien, Kursk.

Einige Arten vermitteln diese Reihe mit den unter gleichem Meridian im Norden wiederkehrenden Alpenpflanzen, indem sie, in Norwegen und Lappland auf die Gebirgsregionen beschränkt, im russischen Tieflande gleichfalls vorkommen. Dahin gehören:

Mulgedium alpinum Less.	Lappland.	Kasan.
Betula nana L.	Norwegische Fjelde.	Lithauen, Moskau.
Nigritella angustifolia Rich.	,,	Livland, Lithauen.
Veratrum album L.	Lappland.	Lithauen.

119. Christ, die Verbreitung der Pflanzen in der alpinen Region der europäischen Alpenkette (vergl. Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrbuch, 2. S. 198).

120. Den bekannten Beobachtungen Darwin's an Sumpfvögeln, die keimfähige Samen selbst im Schmutz ihrer Extremitäten beherbergen, füge ich hier noch ein Paar neue Thatsachen dieser Art bei: Radde fand in den daurischen Steppen im Magen von *Anas boschas* Samen von *Lepidium*, bei *Syrrhaptes paradoxus* von *Thermopsis* (Reise in Ostsibirien, S. 392); M. Wagner erwähnt die Erfahrung eines Pflanzers aus Mittelamerika, dass einer der häufigsten Bäume der dortigen Savanengehölze (*Duranta*) nur dann keimen soll, wenn die Samen durch den Darmkanal der Tauben gegangen sind und also durch deren Exkremente gleichsam gedüngt werden (Sitzungsberichte der bairischen Akad. 1866, vergl. Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 216).

121. *Martins* in *Ann. scienc. nat.* 18. p. 193, vergl. Jahresbericht f. 1842. S. 373. Ich vermuthete früher, dass die Ursache der abweichenden Höhen- und Polargrenzen nur darin liege, dass die verglichenen Arten nicht identisch seien, dass namentlich die Wintereiche (*Q. Robur*), die auch in Skandinavien weit hinter der Sommereiche (*Q. pedunculata*) zurückbleibt, an der Grimsel die Buchengrenze nicht erreiche. Seitdem hat Sendtner (Vegetationsverhältnisse Südbayerns, S. 502) indessen gezeigt, dass auch die Sommereiche, die im Norden so weit jenseits der Buchengrenze verbreitet ist, in den Alpen sehr beträchtlich unterhalb der Buche zurückbleibt, wenn auch nicht so weit als die Wintereiche (*Quercus Robur* bis 1800', *Q. pedunculata* bis 2925'; *Fagus* bis 4369', lokal bis 4555', in Strauchform bis 4815'). Durch diese Beobachtungen ist also die Richtigkeit von Wahlenberg's Ansicht in Bezug auf die Eichen und Buchen festgestellt.

122. *Martins* (a. a. O.). An der Nordseite der Grimsel im Berner Oberland ist die Reihe der Höhengrenzen von den wichtigeren, auch im nördlichen Europa einheimischen Bäumen nach den Beobachtungen dieses Naturforschers folgende: Eiche bis 2460', Buche bis 3030', Fichte (*P. Abies*) bis 4760', Birke bis 6080', Cembra-Kiefer (*P. Cembra*) bis 6465'. Weder die Buche, noch die Fichte erreichen hier, nach Maass-

gabe ihres Vorkommens in den Alpen überhaupt, ein Niveau, bei dem sie noch gedeihen könnten.

123. Heer, die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Alpen der Schweiz, vergl. Jahresbericht f. 1845. S. 20.

124. *Martins, du Spitzberg au Sahara,* vergl. Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrbuch 2. S. 195.

125. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger, S. 10.

126. Schlagintweit, physikalische Geographie der Alpen, S. 584 bis 596, vergl. Jahresbericht f. 1850. S. 33: hier beide aus den Alpen angeführte Werthe.

127. Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 57. 64; Berghaus in Behm's geogr. Jahrbuch 1. S. 258. Die Angaben bei Schübeler und anderen skandinavischen Beobachtern in norwegischen Fussen (1′ = 0′,966 Par.) sind im Texte auf Pariser Maass reducirt und abgerundet.

128. Grisebach, Hardanger, S. 9. 18. 20. 21; Berghaus, a. a. O.

129. Das klimatische Verhältniss der westlichen Fjorde zu dem östlichen von Christiania ergiebt sich aus folgenden Messungen unter 60° N. B. (Dove's Temperaturtafeln, S. 35):

Bergen.	Winter + 1°,9;	Sommer 11°,8;	Unterschied des Januar und Juli	12°,2.
Ulbensvang (im Innern des Hardanger Fjord).	- 0°;	- 12°,5;	- - - - -	14°.
Christiania.	- — 3°,5;	- 12°,2;	- - - - -	17°,5.

130. An dem westlichen Abhang des Folgefond finde ich die lokale Depression der Höhengrenzen 790′, an dem östlichen 390′; die Elevation am Filefjeld (61°) beträgt 870′, am Horteigen (60°), der dem Fjeldplateau aufgesetzt ist, aber der Küste näher liegt 510′ (vergl. Grisebach, Hardanger a. a. O.).

131. Lund, zweite Reise in Finmarken (Botaniska Notiser f. 1846, vergl. Jahresbericht f. 1846. S. 12).

132. Watson, geogr. Vertheilung der Gewächse Grossbritanniens: deutsche Ausgabe von Beilschmied, S. 58. 228. 232; desselben *Plants of the Grampians* in *Journ. of Bot.* 1842, p. 50. 241, vergl. Jahresbericht f. 1842. S. 380: englische Fuss auf Pariser Maass reducirt und abgerundet. Ueber die Birkengrenze sind hier die beiden Werthe 1900′ und 2500′ neben einander gestellt, von denen der letztere schon deshalb den Vorzug verdient, weil die Kiefer nach Watson bis 2100′ ansteigt und doch unter der Birke, wie in Norwegen, zurückbleibt.

133. Kowalski in dem Werke der von der Petersburger geogr. Gesellschaft ausgerüsteten Expedition »der nördliche Ural« (Jahresbericht f. 1853. S. 5: englische Fuss reducirt).

134. Lessing (*Linnaea,* 9. S. 149). Die Fichte, welche die Baumgrenze am Iremel bildet, wird hier als *Abies* (Tanne) mit der Bemerkung bezeichnet, dass die genauere Artbestimmung noch zu erwarten sei; indessen kann dabei nur an die Frage gedacht werden, ob dieselbe *Pinus Abies* selbst oder deren sibirische Varietät sei.

135. Die untere Grenze der alpinen Region des Ural (unter 64°) nach Kowalski, die obere (die Schneelinie) nach Krag (bei Berghaus a. a. O.): im südlichen Ural wird die Schneelinie nicht erreicht.

136. Erman, Reise um die Erde, I. 2. p. 372; der von ihm angegebene Werth wird von Middendorff (Reise, IV. 1. S. 618) meiner Ansicht nach ohne hin-

reichenden Grund für zu niedrig erklärt, da Erman den Stanowoi zwischen Ochotsk und Jakutsk (also unter 60°), der letztere Reisende die Hauptkette auf dem Wege nach Udskoi (56°) überstieg.

137. Middendorff (a. a. O.). Auf dem eben genannten Passe von 4000′ sah der Reisende noch 30′ hohe Lärchenbäume, aber die zu 6000′ geschätzten Gipfel, aus der Ferne betrachtet, zeigten sich von Wäldern entblösst (Holzschnitt zu S. 221). Wenn auch in geschützten Schluchten sich die Lärchen bis in die Nähe der bedeutendsten »Höhen«, jedoch nicht mehr in geschlossenen Beständen, hinaufzogen (S. 616), so ist doch hierdurch Middendorff's Schluss, dass das Gebirge die Baumgrenze nicht erreiche, keineswegs gerechtfertigt, indem nur die Mittelhöhe derselben in Betracht zu ziehen ist. Nach Prüfung der von dem Reisenden angeführten Thatsachen nehme ich 4000′ als wahrscheinlichen Werth für die Waldgrenze an, theils weil dies dem Abstande von der gemessenen Fichten- und Kiefergrenze (3500′) entsprechen dürfte, theils weil an den niedrigeren Nebenketten (S. 617) die Lärchengrenze tiefer lag als auf dem durch seine grössere Masse begünstigten Hauptkamm.

138. Erman a. a. O. (auch in Berghaus Annalen, 9. S. 534, vergl. Jahresbericht f. 1840. S. 434). Die Depression der Baumgrenze, die in Kamtschatka von *Alnus incana* gebildet zu werden scheint, ergiebt sich auch daraus, dass die strauchförmige Arve hinter jener Erle im Niveau zurückbleibt (Middendorff a. a. O. S. 622), während sie in Stanowoi bis 6000′ ansteigt.

139. Das Seeklima der schottischen Hochlande ergiebt sich aus den Messungen von Aberdeen (57° N. B.): Winter + 3°,1; Sommer 12°,2; Unterschied des Januar und Juli 10° (Dove's Temperaturtafeln).

140. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands, vergl. Jahresbericht f. 1850, S. 5. 13; Helmersen über den Ural und Altai (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 1837. p. 97).

141. Die Sommerwärme in Slatoust beträgt 13,1, in Jakutsk 13°,2; der Unterschied des Januar und Juli dort 28°, hier 43°,6 (Dove's Temperaturtafeln, S. 37).

142. Middendorff, a. a. O. S. 623 (Beobachtung in den Salzburger Alpen). Auch im Engadin und im Berner Oberland geht *Pinus Cembra* etwas höher als die Lärche (Jahresbericht f. 1842. S. 375, f. 1843. S. 24).

143. Middendorff, a. a. O. S. 622: »in Kamtschatka wird die Straucharve noch von *Alnus incana* überragt, welche dort zwar auch bis zur Küste hinabgeht, aber in der Höhe von 2000—3000′ ohne Nebenbuhler vegetirt.«

144. Eigene Beobachtung: die untere Grenze von *Pulsatilla alpina* (Hirschhörner am Brocken) liegt 3120′, etwas unterhalb der Fichtengrenze.

145. Schwaab, geogr. Naturkunde von Kurhessen (Jahresbericht f. 1851. S. 21).

146. Ratzeburg, forstnaturwissenschaftliche Reisen, S. 69. Das lokale Vorkommen von Buchenbeständen im Riesengebirge wird (S. 4) bis zu 4000′ behauptet, aber dabei auf den speciellen Theil der Reise verwiesen, wo ich Angaben bis 3000′ (S. 451) und bis 3600′ (S. 389) finde. Göppert's Angabe über das Ansteigen der Fichte bis 4400′ ist S. 379 mitgetheilt.

147. Wimmer, Flora von Schlesien. Geogr. Uebersicht der Vegetation, S. 8.

148. Sendtner, Vegetationsverhältnisse des bayerischen Waldes, S. 494; Goeppert, Urwälder Schlesiens und Böhmens, S. 31 (*Nov. act. nat. cur.* 34).

149. *Wahlenberg, Flora Carpatorum principalium.*

150. *Gerndt, plantae sudeticae secundum fines verticales et horizontales digestae*, vergl. Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrbuch 2. S. 200.

151. Ledebour, Reise im Altai. 1. S. 340: daraus Berghaus a. a. O. Die Schneelinie (8000′) nach Gebler's Schätzung (*Mém. de St. Pétersb. Divers savants.* 1837. p. 503).

152. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, S. 96. 117. Die Beobachtungen wurden namentlich an dem 10745′ hohen Munku-Sardik gemacht, der aus der geringen Anhäufung des Schnees an seinem Gipfel nur einen einzigen Gletscher speist: die englischen Fusse sind auf Pariser Maass reducirt. Die Messungen der Vegetationsgrenzen im Apfelgebirge finden sich ebenda S. 117. 123: sie beziehen sich auf den Sochonda, den höchsten Gipfel desselben.

153. Die Sommerwärme in Aschersleben am Fusse des Harzes beträgt 13°,2; in Breslau 13°,7; auf dem Brocken 7°,2. Die Unterschiede des wärmsten und kältesten Monats sind in Aschersleben 14°, in Breslau 16°, auf dem Brocken 13°,2: hier, bei 3500′ Höhe, hat der Januar — 6°,4, der August, der wärmste Monat, nur 7°,8 (Dove, Bericht über die auf den Stationen des meteorol. Instituts im preuss. Staate angestellten Beobachtungen. 1851. S. 80—82).

154. Ratzeburg, a. a. O. S. 70.

155. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands, S. 88.

156. Der Juli in Breslau hat 14°, der Januar — 2° (Dove a. a. O.); in Krakau der Juli 15°,5, der Januar — 3°,6 (Dove's Temperaturtafeln).

157. *Lecoq et Lamotte, catalogue des plantes du plateau central de la France:* vergl. Jahresbericht f. 1847, S. 18; *Ramond* bei Berghaus a. a. O.

158. *Thurmann, phytostatique du Jura:* vergl. Jahresbericht f. 1849, S. 14; *Grenier, géographie botanique du Doubs:* Jahresbericht f. 1844. S. 21.

159. *Kirschleger, Flore d'Alsace*, nach Berghaus a. a. O.

160. Heusinger bei Berghaus a. a. O.

161. Schlagintweit, die Vegetationsverhältnisse des oberen Möllgebiets (in dessen physikalischer Geographie der Alpen, S. 584): Jahresbericht f. 1850. S. 33.

162. Sendtner, die Vegetationsverhältnisse Südbayerns.

163. Molendo, Pflanzenregionen der Algäuer Alpen: Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrbuch 2. S. 199.

164. Mohl, Bemerkungen über die Baumvegetation in den Schweizer Alpen (Bot. Zeitg. f. 1843. S. 409: vergl. Jahresbericht f. 1843. S. 22); Heer, über Forstkultur in den Schweizer Alpen (Schweizer Zeitschr. f. Land- u. Gartenbau f. 1843: Jahresbericht das. S. 23).

165. Sauter, Topographie des Oberpinzgaus: Jahresbericht f. 1845. S. 19.

166. *Martins, essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France:* Jahresbericht f. 1845. S. 22; Mathews bei Berghaus a. a. O.

167. Fuchs, die Venetianer Alpen: Jahresbericht f. 1844. S. 16.

168. Sendtner, klimatische Verbreitung der Laubmoose durch das österreichische Küstenland (Regensb. Fl. f. 1848: vergl. Jahresbericht f. 1848. S. 358): Buchengrenze daselbst 4000′, aber nach Heufler 4670′ (bei Berghaus a. a. O.).

169. Sendtner in der Zeitschrift Ausland f. 1848 und 49: vergl. Jahresbericht f. 1849. S. 30. Die Angaben beziehen sich auf den Berg Vlassich bei Travnik.

170. Reissenberger in Verhandlungen des siebenbürgischen Vereins:

Jahresbericht f. 1850. S. 34. Die Angaben sind in Wiener Fuss, die im Texte auf Pariser Maass reducirt und abgerundet worden sind.

171. Die äussersten Niveaugrenzen des Getraidebaus wurden von Gaudin und Martins bei Zermatt beobachtet (Jahresbericht f. 1843. S. 23).

172. Schlagintweit, a. a. O. S. 504.

173. Die Sommerwärme in München (1570′) beträgt 14°; in Augsburg (1470′) 13°,8; in Karlsruhe (325′) 15°,2 (Dove's Temperaturtafeln).

174. *Desmoulins, état de la végétation sur le Pic du Midi.* vergl. Jahresbericht f. 1844. S. 24, f. 1849. S. 25; *Ramond* bei Berghaus a. a. O. (Schneelinie).

175. Willkomm, Vegetationsskizzen aus Spanien (Bot. Zeit. 8. S. 524: Jahresbericht f. 1850. S. 37): die genaueren Angaben sind später in dessen *Prodromus Florae Hispaniae,* 1. p. 16. 246, mitgetheilt.

176. Ramond, Reise nach den Pyrenäen (Deutsche Ausg. 2. S. 74). Hier wird angeführt, dass man in einem Tage den Canigou oder den Pic du Midi mit Leichtigkeit besteigen und wieder zurückkehren könne, aber nur der grösseren Ausbreitung des Firns und der Gletscher schreibt Ramond es zu, dass es so viel mehr Zeit kostet, auf die Hochgipfel der Alpen zu gelangen. Auch wo Schnee und Eis kein Hinderniss bieten, werden durch die weitläuftigeren Contreforts und Vorstufen die Bergbesteigungen in den Alpen verzögert: der Neigungswinkel des einzelnen Abhangs mag oft ebenso gross sein als in den Pyrenäen, aber der Horizontalabstand zwischen Gipfel und Thalsohle ist durchschnittlich grösser.

177. Daselbst 1. S. 34.

178. Das atlantische Seeklima ist in Pau fast das nämliche wie in Bordeaux (Dove's Temperaturtafeln):

	Pau:	Bordeaux:
Sommertemperatur	16°,9	17°,4.
Wintertemperatur	4°,7	4°,0.
Unterschied des wärmsten und des kältesten Monats	14°	14°,2.

Im Mediterranklima der Ostpyrenäen zu Perpignan steigt die Temperatur des Sommers auf 19°,1; die des Winters auf 5°,7.

179. *Forbes* (*Report of the meeting of the British association at Cambridge,* vergl. *Ann. nat. hist.* 16. p. 126, beurtheilt im Jahresbericht f. 1845. S. 4).

180. Schnizlein (Regensb. Flora f. 1854. S. 563): von *Potentilla fruticosa* wurde nur noch ein einziges Exemplar, aber in Gesellschaft von anderen aus dem fernen Nordosten stammenden Gewächsen (*Pedicularis sceptrum, Veronica longifolia, Polemonium coeruleum, Iris sibirica*) und unter Verhältnissen aufgefunden, die ein natürliches (nicht von der Kultur herrührendes) Vorkommen annehmen lassen; der Standort ist ein Wiesenmoor, zwischen dem Fuss des bayerischen Jura bei Wemding (östlich von Nördlingen) und der Wörniz gelegen.

181. C. A. Meyer (*Florula provinciae Wiätka* in Beitr. zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, Lief. 5) fand, dass unter 372 Gefässpflanzen, welche Wiätka bewohnen, einige zwanzig Arten in diesem Gouvernement, gegen 40 andere im Ural ihre Ostgrenze erreichen, während die übrigen das Gebirge überschreiten und grösstentheils bis Daurien verbreitet sind (Jahresbericht f. 1848. S. 342).

182. Die im Texte berücksichtigten Gattungen von Alpenpflanzen sind folgende:

Potentilla	11	Arten	(davon	4	endemisch),
Alsine	9	-	(-	3	-),
Arabis	15	-	(-	3	-),
Saxifraga	31	-	(-	10	-),
Laserpitium	8	-	(-	3	-),
Androsace	9	-	(-	4	-),
Primula	14	-	(-	8	-),
Pedicularis	18	-	(-	9	-),
Gentiana	13	-	(-	2	-),
Phyteuma	12	-	(-	2	-),
	140	Arten	(davon	48	endemisch),

Die ubiquitäre Gattung *Senecio* zählt in den Alpen 13 dem Tieflande fremde Arten, von denen aber nur eine einzige endemisch ist. Von *Carex* besitze ich 19 arktische Arten: von diesen bewohnen 15 auch die alpinen Regionen Europas, 4 sind der arktischen Flora eigenthümlich.

183. Zuccarini (Regensb. Flora, XI. S. 103).

184. Christ, die Verbreitung der Pflanzen in der alpinen Region der Alpenkette, S. 50.

185. *Potentilla Saxifraga* wurde erst 1859 von Ardoino auf der Cima de Mera entdeckt, 1861 von Bourgeau an den Felsen des Cioudan über dem Thale des Var gesammelt: ich besitze sie von beiden Standorten.

186. Ausser der *Sanguisorba dodecandra*, welche Massara in der Val d'Ambria entdeckte, ist auch *Viola comollia* bis jetzt nur von vier (in Bertoloni's italienischer Flora angeführten) Alpen des Veltlin bekannt, kann aber leicht anderswo übersehen sein. Zwei andere endemische Gewächse der lombardischen Alpengruppe sind ebenfalls nur an vereinzelten Standorten beobachtet: *Melandrium Elisabethae* (*Silene Jan*), welches ich vom Campione, dem Gebirgsknoten an der Ostseite des Lago di Lecco, besitze, wo es 1831 von Agliati entdeckt wurde, und *Primula glaucescens Mor.* (*P. calycina Duby*), die Daener auf demselben Campione sammelte. Jene Caryophyllee wurde meines Wissens bis jetzt nur an drei Orten beobachtet, in der Brianza (zwischen Como und Lecco), den Alpen der Val Sassina (Campione) und auf dem Dos Alto zwischen Oglio und Chiesa; auch *Primula glaucescens*, deren Verbreitung von der Brianza bis zum Veltlin reicht, soll nach Bertoloni den Einschnitt zwischen den oberen Zuflüssen der Adda und des Oglio (zwischen Tirano im Veltlin und Edolo in der Val Camonica) auf dem Braulio (neben dem Wormser Joch) überschreiten, was von Koch geläugnet wird.

187. Leybold (Regensb. Fl. f. 1854. S. 138) war der Entdecker der *Daphne petraea* und ihm verdanken wir auch die genaueren Angaben über das Vorkommen der *Saxifraga arachnoidea*. Ich besitze beide Pflanzen vom Tombea, von Leybold mitgetheilt, die Daphne auch von Primiero, wo sie Bamberger sammelte: der letztere Ort scheint im Sarcathal zu liegen, vielleicht ist er mit Premione identisch.

188. Beispiele arktischer und nordischer Pflanzen, die in den Alpen nur sporadisch vorkommen: *Betula nana, Ranunculus pygmaeus, Gentiana prostrata, Juncus stygius, Carex microglochin, capitata, vaginata*, u. a. Die arktisch-alpinen Pflanzen, die nach ihrer Verwandtschaft oder ihrem Vorkommen aus den Alpen stammen, sind weit zahlreicher, z. B. *Saxifraga Aizoon, oppositifolia* und *muscoides, Pedicularis verticillata, Gentiana nivalis, Hieracium alpinum*, u. v. a.

189. Grisebach, Vegetationslinien, S. 11. Neue Standorte der Aldrovanda sind ausser den daselbst erwähnten hinzugekommen in Vorpommern, in Ungarn und in Tirol (Etschsümpfe bei Botzen). Ich schätzte die Länge der Verbreitungszone von Nordosten nach Südwesten auf 250 g. Meilen, die Breite derselben ist grösser, als sie damals angenommen wurde, sie beträgt etwa 100 g. Meilen (Pommern bis Lithauen und Médoc bis Padua).

190. Die vier vom Tatra bis Siebenbürgen verbreiteten endemischen Karpatenpflanzen sind: *Saxifraga carpatica*, *Campanula carpatica*, *Chrysanthemum rotundifolium* und *Festuca carpatica:* diesen kann man die bis zu den Sudeten reichende *Salix silesiaca* vielleicht noch an die Seite stellen, die ich jedoch in den südlichen Karpaten, wo sie nach Schur vorkommen soll, nicht angetroffen habe. Von den vier (ausser *S. carpatica*) den Karpaten eigenthümlichen Saxifragen sind auf den Tatra eingeschränkt *S. perdurans*, auf die südliche Kette *S. luteoviridis*, *Rocheliana* und *heucherifolia*. Eine Liste der Karpatenpflanzen ist in Note 200 mitgetheilt.

191. Die beiden endemischen Pflanzen der Cevennen sind *Arenaria ligericina* und *Koniga macrocarpa; Senecio Gerardi* kann ebenfalls als in diesem Gebirge entstanden gelten, erreicht aber die östlichen Pyrenäen. Die einzige Pflanze der skandinavischen Fjelde, die weder in der arktischen Flora noch anderswo gefunden ward, ist *Pedicularis Oederi;* eine zweite, die ebenfalls für endemisch gehalten werden könnte, ist *Artemisia norvegica* am Dovrefjeld: indessen wird sie, worüber ich kein Urtheil habe, von Hooker für eine Varietät von *A. arctica Less.* erklärt (*J. Hooker, distribution of arctic plants*, p. 331) und von Herder (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1867. 1. p. 84), der dieser Ansicht beipflichtet, bemerkt, dass dieselbe Varietät auch im östlichen Sibirien und Kamtschatka vorkomme. Die einzige endemische Pflanze des Ural ist *Gypsophila uralensis* (2400′ bis 4500′), die der den südlichen Karpaten eigenthümlichen *G. transsylvanica* (*Banffya petraea*) nahe steht.

193. Die von mir berücksichtigten endemischen Pflanzen Frankreichs und der cantabrischen Küste vertheilen sich auf folgende Weise, wobei jedoch zu bemerken, dass die Zahl vielleicht noch zu hoch ist, indem, um den Endemismus der asturischen Arten sicher zu stellen, die nordportugiesische Flora zu wenig erforscht ist und die Selbständigkeit einiger von den in der Gascogne unterschiedenen nicht allgemein anerkannt wird.

Asturien: *Genista obtusiramea*, *Sinapis setigera*, *Angelica laevis* (vielleicht Gebirgspflanze, aber nach Bourgeau's Etikette an einem Bergstrom in der Nähe der Küste), *Rumex suffruticosus;*

Gascogne: *Silene Thorei*, *Ptychotis Thorei*, *Libanotis bayonnensis Gr.* (*Seseli Sibthorpii Godr.*), *Laserpitium daucoides* (von *L. prutenicum*, wohin Godron dasselbe zieht, zu unterscheiden), *Linaria thymifolia* (über die Gironde nordwärts bis 46° N. B.), *Hieracium eriophorum*, *Armeria expansa* (ebenso wie *Laserpitium daucoides*, nach eigenen Beobachtungen am Standorte, als selbstständige Art aufzufassen), *Statice Dubiaei*, *Allium ericetorum* (von Grenier mit dem alpinen *A. serotinum Lap.* und *A. ochroleucum* verwechselt);

Gascogne bis Bretagne (48°): *Galium arenarium;*

- bis Normandie (50°); *Astragalus bayonnensis;*

Cantabrisches Litoral bis Fontainebleau: *Koeleria albescens*, *Airopsis agrostidea;* bis Paris *Potentilla splendens* (in Deutschland nur hybrid zu gleicher Gestaltung umgebildet);

Bretagne: *Omphalodes litoralis* (46—47½°), *Eryngium viviparum* (47½°).

Bretagne bis Dünkirchen: *Linaria arenaria.*

Das nur in Devonshire und Cornwallis vorkommende, an der französischen Küste fehlende *Physospermum cornubiense* wird von englischen Botanikern mit *Ph. aquilegifolium* vereinigt. Von Beispielen der bis zu den britischen Inseln verbreiteten, atlantischen Pflanzen sind ausser mehreren Eriken namentlich *Ulex nanus* (Portugal bis Schottland, 57°) und *Meconopsis cambrica* (Asturien bis Schottland, 57°) bemerkenswerth, indem sie eine Strecke weit landeinwärts in Frankreich sich verbreiten, die letztere bis Lyon.

Bis Island reicht die Verbreitung von *Silene maritima*, bis Norwegen von *Erica cinerea.*

194. Ueber das portugiesische Centrum der atlantischen Pflanzen vergl. die Bemerkungen über die Erikenform in dem Abschnitt, welcher von der Mediterranflora handelt.

195. Von den fünf atlantischen Eriken des Textes (vergl. Note 50 u. 59) geht *Erica cinerea* nordwärts bis 62° (Januarwärme in Bergen + 1°,3); *E. ciliaris* bis 55°; *Daboecia polifolia* und *E. mediterranea* bis 54° (nordwestliches Irland): in Frankreich ist die erstere in den westlichen Pyrenäen häufig, in den centralen selten und übrigens auf zwei sporadische Lokalitäten an der Garonne und unteren Loire, die letztere auf einen einzigen Standort bei Pouillac (Dép. Gironde) beschränkt; *E. vagans* geht nach Norden bis 51° (Cornwallis), in Frankreich nach Osten bis Paris. Im Rhonethal wächst keine dieser Arten, und wenn von *E. cinerea* und *E. vagans* ein isolirter Standort jenseits desselben (Roybons im Dép. Isère) angegeben wird, so beweist dies nur, dass diese Gewächse fähig sind, landeinwärts zu wandern, vorausgesetzt dass sie an einer exceptionellen Lokalität die Bedingungen ihres Fortkommens finden, und deutet eben an, dass dieses im Rhonethal nicht der Fall ist. Die Januarwärme beträgt in Dublin etwa + 3°; in Plymouth + 5°,6; in Bordeaux + 4°; in Avignon + 3°,8.

196. Unter den endemischen Gewächsen der Kastanienzone sind mehrere einjährige Pflanzen absichtlich übergangen, die vielleicht anderswoher stammen und mit den Kulturgewächsen verbreitet wurden (*Bromus arduennensis* in Belgien, *Avena Ludoviciana* im Garonne-Gebiet, *Erysimum murale* in Nordfrankreich und Belgien), ferner kleine Organisationen, die leicht übersehen werden (*Arenaria controversa* im Gebiet der Garonne, *Peplis Boraei* in dem der Loire), sodann *Pyrus salvifolia*, ein Baum der Auvergne, der vielleicht nur klimatische Varietät ist.

196ª. »Scheint mir identisch mit *Peucedanum campestre Janka!* in Siebenbürgen.«

[Zusatz im Handexemplar des Verfassers.]

197. *Silaus virescens* sollte, wie wir in Grenier's und Godron's französischer Flora angegeben finden, nur in der Ebene von Côte d'Or, auf der Strecke von Dijon bis Beaune, vorkommen: ich besitze sie indessen auch aus den östlichen Pyrenäen (Font de Comps) und nach Bertoloni wächst sie auch in Unteritalien. Nach erneuerter Untersuchung finde ich aber auch die Meinung Boissier's und Neilreich's bestätigt, dass *S. carvifolius* dieselbe Art ist, die ich aus Siebenbürgen, Rumelien, Anatolien und vom Kaukasus vergleiche. Den abweichenden Ansichten Bentham's und Hooker's gegenüber (*Gen. plant.* 1. p. 902. 910) bemerke ich, dass diese Umbellifere von *Silaus pratensis* generisch nicht getrennt werden kann, da in dieser Gattung die Oelgänge der Frucht variabel und ohne systematische Bedeutung sind: das Oel wird entweder in geringer Menge abgesondert (*S. pratensis*) oder sammelt sich in einem, zuweilen

auch zwei besonderen Gewebtheilen (*S. virescens*), wogegen die scharf gekielten Rippen der Frucht und die Form der Blumenblätter der Verbindung mit der auch habituell so unähnlichen Gattung *Foeniculum* entgegenstehen, mit welcher jene Botaniker *S. virescens* und *carvifolius* vereinigen wollen.

198. Unter den endemischen Pflanzen des europäischen Tieflands zähle ich folgende 8 Umbelliferen:

in der Gascogne *Ptychotis Thorei*, *Libanotis bayonnensis* und *Laserpitium daucoides*;

in der Bretagne *Eryngium viviparum*;

im Innern Frankreichs *Peucedanum parisiense*;

in Ungarn *Seseli leucospermum*, *Ferula Sadleriana*;

in Russland *Seseli campestre*.

199. Die 16 hier berücksichtigten Pflanzen, welche (abgesehen von etwaiger, in Klammern beigefügter Wiederkehr in Südeuropa) auf die Zonen der Edeltanne und Cerris-Eiche beschränkt sind oder die Buchengrenze kaum überschreiten, und die sich den bereits (Note 60) mitgetheilten Beispielen übrigens unterordnen, sind: *Coronilla montana* (Krim), *Astragalus exscapus* (Spanien, Norditalien), *Trifolium parviflorum*, *Gypsophila fastigiata* (Dalmatien), *Aldrovanda vesiculosa* (Norditalien, vergl. Note 189), *Erysimum crepidifolium*, *Thalictrum angustifolium*, *Th. galioides*, *Isopyrum thalictroides* (Italien; die nordwestliche Vegetationslinie östlicher: Königsberg, Schlesien, Genf), *Bupleurum longifolium*, *Lactuca quercina*, *Cirsium canum*, *Inula germanica*, *Scabiosa suaveolens*, *Allium fallax* (Italien), *Scilla amoena*.

Die beiden auf die Zone der Edeltanne eingeschränkten Pflanzen sind: *Erysimum virgatum* (Südeuropa) und *Gagea saxatilis*. Diese Gagea wäre hiernach die einzige endemische Pflanze Deutschlands, aber dieses kleine, mit dem ersten Frühling vorübereilende Pflänzchen kann leicht noch anderswo aufgefunden werden und ist nur auf einer schmalen Zone von der Mark (Frankfurt a. d. Oder) bis zur Rheinpfalz und vielleicht bis zur Schweiz nachgewiesen, so dass man nicht leicht sagen könnte, von welchem Orte seine Wanderung ausgegangen sei.

199[a]. „*Depuis la publication de mon ouvrage, j'ai reçu encore le Gagea saxatilis de plusieurs localités de la France, où elle paraît être confondue avec le Gagea bohemica, espèce orientale, en sorte que le seul exemple d'une plante endémique de la basse Allemagne que j'avais cru pouvoir adopter doit être également effacé.*"

Note zu tome I, pag. 296 der französischen Ausgabe der »V. d. E.« (1875).

200. Die selbständigen, hier allein berücksichtigten, endemischen Pflanzen des ungarischen Flachlandes sind: *Orobus ochroleucus*, *Euphorbia lingulata*, *Kitaibelia vitifolia*, *Melandrium nemorale*, *Alyssum Wierzbickii*, *Seseli leucospermum*, *Ferula Sadleriana*, *Pedicularis campestris*, *Syringa Josikaea*, *Cirsium furiens*, *C. brachycephalum*, *Cephalaria radiata*.

Mit Berücksichtigung von Neilreich's Arbeit (Diagnosen der in Ungarn und Slavonien beobachteten Gefässpflanzen), worin manche Berichtigungen anzuerkennen sind, Anderes (wie die Reduction von *Swertia punctata*, *Satureja pygmaea*, u. s. w.) durchaus unzulässig erscheint, betrachte ich folgende Arten als endemische Gewächse der Karpaten: *Melandrium Zawadzkii*, *Silene dinarica*, *S. nivalis* (*Lychnis Kit.*), *Dianthus callizonus*, *D. Henteri*, *Scleranthus uncinatus*, *Arabis neglecta* (*A. glareosa Schur*), *Thlaspi dacicum*, *Ranunculus carpaticus*, *Sempervivum patens* (*S. Heuffelii Schtt.*), *Saxifraga perdurans* (Tatra), *S. carpatica*, *S. luteoviridis*, *S. Rocheliana*, *S. heucheri-*

folia, Chaerophyllum nitidum (Tatra), *Heracleum palmatum, Veronica Baumgartenii, Swertia punctata, Gentiana phlogifolia, Asperula capitata, Campanula carpatica, C. transsylvanica* (*C. thyrsoidea Baumg.*), *Chrysanthemum rotundifolium, Anthemis tenuifolia, Tephroseris Fussii, Crepis viscidula, Festuca carpatica* (*F. nutans Wahlenb.*), *Alopecurus laguriformis.*

201. Uebersicht der 37 monotypischen Gattungen (die Zahl ist übrigens, wie z. B. aus der Vergleichung mit Christ's alpinen Monotypen (a. a. S. 29) hervorgeht, wegen verschiedener Auffassung des Gattungsbegriffs ziemlich unbestimmt).

11 aus den Alpen (auf dieselben beschränkt *Zahlbrucknera, Wulfenia, Paederota* (2 Arten), *Arctium;* auch auf die Karpaten übergehend *Hacquetia*, auf diese und den Jura *Chlorocrepis*, auf die Pyrenäen und Vogesen *Schlagintweitia*, auf die Apenninen oder andere Gebirge des Mediterrangebiets *Erinus, Tozzia, Horminum, Aposeris*);

4 aus den Amurfloren (ich zähle nur die als selbständig anerkannten, nämlich die Zanthoxylee *Phellodendron*, die Cucurbitacee *Schizopepon*, die Araliacee *Eleutherococcus*, die Synantheree *Symphyllocarpus*);

3 aus den Pyrenäen (*Xatardia, Dethawia, Ramondia*);

3 aus dem europäischen Tieflande (*Subularia* im nördlichen Europa, in der arktischen Flora und Nordamerika nur sporadisch; *Arnoseris* allgemein verbreitet und in Spanien wiederkehrend; *Litorella*, auf das Buchenklima beschränkt);

einzelne Gattungen in den Karpaten (*Senecillis*, in die Ebene Podoliens hinabsteigend), Ungarn (*Kitaibelia*), Serbien (*Pancicia*), Bosnien (*Zwakkia*), Altai (*Macropodium*), Sibirien (*Amethystea*, bis zum Pontus und Nordchina sporadisch).

Aus den Nachbarfloren stammen nach ihrem Vorkommen 3 monotypische Gattungen (*Diapensia* der norwegischen Fjelde aus der arktischen, *Diotis* der atlantischen Küste aus der südeuropäischen, *Teloxys* in Ostsibirien aus der Steppenflora).

Von 7 Monotypen, die in das südliche Europa eintreten, bleibt die ursprüngliche Heimath unbestimmt: drei davon bewohnen das Flachland (*Cucubalus, Myagrum, Tussilago*), die vier andern das Gebirge, in welchem sie südwärts höher ansteigen (im Westen *Atropa*, im Osten *Lembotropis, Bruckenthalia, Telekia*).

202. Meine Schätzungen des angenäherten Verhältnisses der auf bestimmte Räume eingeschränkten Pflanzen zu der Gesammtsumme der Gefässpflanzen erstrecken sich nicht auf die einzelnen Zonen und deren Kombinationen, was eine viel eingehendere Arbeit, als ich bisher unternommen, erfordern würde. Somit theile ich die Bestandtheile der Flora nur in folgende Kategorien:

a. Arten, die dem nördlichen und südlichen Europa gemeinsam, zum Theil ubiquitär sind, und von denen viele sich in den höheren Breiten Skandinaviens, sowie ostwärts in Sibirien nach und nach verlieren 23 Procent.

b. Klimatisch gesonderte Arten des europäischen Tieflandes, die zum Theil in die Zonen jenseits der Buchen- oder Eichengrenze eintreten, meist auch in den Gebirgen Südeuropas, seltener im Steppengebiete wiederkehren . . . . . 19 -

Darunter westliche Arten der Kastanienzone . . . . . 4,3 Proc.

- östliche Arten, westwärts noch die Zone der Edeltanne bewohnend . . . . . 6,6 -

- östliche Arten, westwärts bis zur Zone der Cerriseiche . . . . . 7,2 -

Darunter östliche Arten, westwärts nur in der russischen Eichenzone . . . . . 0,9 Proc.

c. Klimatisch gesonderte Arten der Gebirge, die zum Theil diesen und dem nördlichen oder auch dem arktischen Tieflande gemeinsam sind (mit Einschluss der endemischen Arten des Tieflands) . . . . . 26 Procent.

Darunter im Tieflande des Nordens wiederkehrend . . . 5 Proc.

- mehreren Gebirgen gemeinsam . . . . . 14,4 -
- endemische Gebirgspflanzen . . . . . 6 -
- - Pflanzen des Tieflands . . . . . 0,6 -

d. Sibirische Arten, von denen nur wenige in die Fichtenzone Nordeuropas sich verbreiten, ein grosser Theil aber zu den Gebirgs- oder denjenigen Pflanzen gehört, die aus den Steppen und aus China abzustammen scheinen . . . . . 18 -

e. Arten der Mediterranflora, die in die südlichen Theile des europäischen Gebiets eintreten . . . . . 11 -

(Die aus der arktischen und Steppenflora abstammenden Arten sind unter b. c. und d. einbegriffen.)

f. Unberücksichtigt blieben . . . . . 3 -

Weniger Bedeutung lege ich den Verhältnisszahlen der Familien bei, vorausgesetzt dass sie nicht auf die endemischen Arten einer Flora ausschliesslich gestützt sind, was eben hier noch nicht möglich war. Eine Zusammenstellung der die untere Region bewohnenden Pflanzen ergab folgende Reihe der 10 artenreichsten Familien: Synanthereen (14 Procent), Cruciferen (8), Leguminosen (6—7), Gramineen (6), Umbelliferen (6), Rosaceen (5—6), Caryophylleen (5—6), Scrophularineen (4), Cyperaceen (4), Labiaten (3—4). Für die Alpenpflanzen (mit Ausschluss der in der arktischen Flora wiederkehrenden Arten) erhielt ich folgende Reihe: Synanthereen (27 Proc.), Cruciferen (7—8), Umbelliferen (7—8), Caryophylleen (6—7), Scrophularineen (5—6), Saxifrageen (4—5), Campanulaceen (4—5), Gramineen (4—5), Primulaceen (4—5), Ranunculaceen (4—5). Beide Regionen weichen aber nicht bloss unter sich bedeutend ab, sondern zwischen der Alpenflora und der arktischen besteht ebenfalls ein grosser Unterschied, namentlich in der Zunahme der Synanthereen, Umbelliferen, Campanulaceen und Primulaceen, sowie in der Abnahme der Cyperaceen, Ericeen und Saliceen. Insbesondere zeigt die Verhältnisszahl der Umbelliferen, dass die Vegetationscentren der Alpen in Bezug auf diese Familie der europäischen Ebene näher verwandt sind als der arktischen Flora, und hierin ist das allgemeine Verhältniss ausgedrückt, dass die geographische Lage auf den Bau der Pflanzen nicht minder als das Klima einwirkt.

203. *Martins, essai sur la végétation des Far-Oeer* (*Voyages de la Recherche. Géogr. physique*, 2. p. 353, vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 6).

204. *Guebhard* (*Bibliothèque de Genève*, 1849, p. 89, vergl. Jahresbericht f. 1849. S. 35).

205. *Grisebach* u. *Schenk*, *Iter hungaricum*, p. 360 (Archiv f. Naturgeschichte, Jahrg. 18): es werden als Beispiele französischer Pflanzen, die im Banat wiederkehren, *Carex depauperata*, *brevicollis* und *pyrenaica* angeführt. Die letztere gehört in die Kategorie der oben S. 216 erwähnten alpinen Arten, wodurch die Pyrenäen mit den südlichen Karpaten und den serbisch-rumelischen Gebirgen in Beziehung treten. Auch für diese Region darf man wohl annehmen, dass die Verlängerung der Vegetationszeit mit abnehmender Polhöhe von Einfluss sei.

206. Heinrich (Jahresbericht f. 1847. S. 17): unter gleichen Umständen, wie *Xanthium spinosum*, siedelte sich auch *Inula Helenium* in Mähren an, deren Pappus den gekräuselten Borsten einer Schweinerace des Bakonyer Waldes sich anhängt.

III. Mittelmeergebiet.

1. Dove, die Verbreitung der Wärme. Monats-Isothermen, Karte 1. u. 2. Die Isothermen des Januar von 4° bis 8° verlaufen durch das Mittelmeergebiet, die von 0° diesseits der Alpen; die des Juli steigen dort kaum über 20°, nur 4° über diejenige, welche Wien berührt.

2. Dürer, Regenmessungen am Comer See (Peterm. Mitth. 1864. S. 306). In den Sommermonaten betrugen in der Villa Carlotta nach sechsjährigen Mittelwerthen die Niederschläge etwa 16 Zoll (Juni 6″,3; Juli 4″,9; August 4″,8).

3. Duchartre, Vegetation im Dép. Hérault (*Comptes rendus*, 1844. p. 254, vergl. Jahresbericht f. 1844. S. 23). Den Erfahrungen über die Nachtheile des Frostes für den Oelbaum im südlichen Frankreich scheint die Angabe Léveillé's zu widersprechen (*Démidoff, Voyage dans la Russie méridionale*, Jahresbericht f. 1840. S. 445), nach welcher in der Krim eine Varietät gebaut werde, die eine Kälte von — 18° R. ertragen soll, ohne zu Grunde zu gehen. Ohne die näheren Umstände zu kennen, welche für die Temperatursphäre eines Gewächses stets von so grosser Bedeutung sind, ist über diese auffallende Nachricht schwer zu urtheilen. Vielleicht löst sich der Widerspruch schon dadurch, dass die strengen Kältegrade an der Südseite der Krim sehr vorübergehend auftreten (Koch, die Krim und Odessa, S. 186): schon Pallas sagte vom dortigen Klima, dass der Winter kaum zu spüren sei (Gemälde von Taurien S. 69). Ein anderer Erklärungsgrund von Léveillé's Angabe wird weiter unten im Texte erwähnt. Derselbe beruht darauf, dass das Temperaturminimum erst am Ende des Winters einzutreten scheint. Koch (a. a. O.) hat darüber folgende Beobachtungen: 1843. Winter bis zum 17. März: Thermometer nie unter dem Gefrierpunkt; Maximum im Jan. 15° R., im Febr. 13°,5; Minimum am 21. März — 10° R. 1844. Winter gelinde, aber 11. April + 1°; 13. April — 3°. 1840 am ersten Ostertage — 8°.

4. Die Zunahme der Winterkälte mit wachsendem Abstande vom atlantischen Meer ergiebt sich aus folgenden meteorologischen Beobachtungen. In Gibraltar beträgt die Mitteltemperatur der drei Wintermonate 11° R., in Palermo 9°, in Athen nur 6°,3. Die Differenz des kältesten und wärmsten Monats ist in Lissabon 8°,7 (Januar 9°,1; Juli 17°,8: Dove, Temperaturtafeln), in Athen 17°,7 (Januar 4°,1; August 21°, 8: Schmidt, Beiträge zur physik. Geographie von Griechenland.)

5. Folgende Messungen beziehen sich auf die obere Grenze der immergrünen Region auf den beiden östlichen Halbinseln:

Lycien: bis 1500′ (*Forbes, travels in Lycia*, Vol. 2, vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 25).
Athos: bis 1200′ (Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 302).
Südmacedonien: bis 1200—1300′ (das 2. S. 158).
Nordalbanien: bis 1200—1500′ (das. 2. S. 354).
Dalmatien: bis 1400′ (*Visiani, Flora dalmatica*, Vol. 1, vergl. Jahresbericht f. 1842. S. 392).

6. Schouw (Europa, S. 82) schreibt der immergrünen Region in Italien eine Mittelhöhe von 1200 Fuss zu. Es ist dabei zu beachten, dass die immergrünen Eichen, die auch am Athos bis 3000′ der Region des Laubwaldes beigemischt sind (a. a. O. 1. S. 300), am Monte Pisano in Toskana bis 2700′ und auch im nördlichen Apennin bis 2000′ angetroffen werden (Schouw in *Dansk. Videnskab. Selsk. Skrifter*, 1849, Jahresbericht f. 1849. S. 27). Ihre Höhengrenze ist für das Niveau der Mediterranflora nicht maassgebend. Indessen ist auch jener Mittelwerth von 1200′ für das südliche Italien und für Ligurien, d. h. für diejenigen Theile der Halbinsel, wo die Mediterranflora allein reicher entwickelt ist, nicht zutreffend. Dies ergiebt sich aus den Messungen über die Olivengrenze, die hier mit der der immergrünen Region zusammenfällt:

Aetna: bis 2200′ (Philippi in der *Linnaea*, 7. S. 762: die Angabe gilt für die Nordseite des Bergs, am Südabhang steigt der Oelbaum nach Gemellaro bis 3000′).

Nizza: bis 2400′ (Daum, Bemerkungen über die Landwirthschaft in Südfrankreich, S. 94).

7. Messungen über die Olivengrenze in Spanien und Portugal:

Nordabhang der Sierra Nevada: bis 3000′ (*Boissier, voyage botanique dans le midi de l'Espagne*, p. 407).

Südabhang - - - : bis 4200′ (das.)

Algarvien: bis 1385′ (*Bonnet* in *Memorias de Lisboa* 1850, vergl. Jahresbericht f. 1852. S. 23).

8. Die Linie des ewigen Schnees erreichen die südeuropäischen Gebirge kaum, einige nur deswegen nicht, weil sie der Anhäufung desselben nicht genug Raum bieten. Indessen scheint der die Schneelinie deprimirende Einfluss des atlantischen Meers auch hier aus den Beobachtungen auf den Pyrenäen, so wie aus der freilich von keinem Naturforscher beglaubigten Nachricht über den Gaviarra an der Nordgrenze von Portugal (42° N. B.) hervorzugehen, einen Berg, der nach Bruguière (*Orographie de l'Europe* in *Recueil de la soc. de géogr.* p. 70) bei einer angeblichen Höhe von 7400′ (2403 m) ewigen Schnee tragen soll (*dépasse la ligne des neiges perpétuelles*). Diese Angaben rühren von dem Geographen Balbi her (*Essai sur le royaume de Portugal*, 1. p. 69, wo es aber heisst „*le Gaviarra conserve la neige pendant toute l'annee*"). Es ist jedoch auffallend, dass Link, der einen Monat lang in der Nachbarschaft des Gaviarra, in dem Badeorte Caldas, verweilte, jenen Berg gar nicht erwähnt und überhaupt der Serra de Gerez, zu deren System er gehört, eine viel geringere Höhe zuschreibt (Reisen durch Portugal, 3. S. 67. 137, wo sie nur auf 3000′ geschätzt wird; Gr. Hoffmannsegg kam später sogar am Gaviarra selbst vorüber, ohne diesen Berg zu nennen, das. S. 80). Doch muss die Frage, ob der Gaviarra wirklich ewigen Schnee trage, offenbar auf den nach Oporto segelnden Schiffen leicht zu entscheiden sein. Von Braganza im nordöstlichen Winkel Portugals sah Link noch im August »einen langen Streifen Schnee« auf dem Gebirge jenseits der Grenze, hier erhebt sich die Sierra de Montezinho bis 7000′ (Link a. a. O. 3. S. 42; Willkomm, Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel, S. 32). In dem kontinentalen Klima des Kaukasus finden wir in der Nähe des 43. Breitegrads die Schneelinie über 10000′ hoch, dagegen im Seeklima der Pyrenäen schon bei 8400′ (nach Humboldt).

9. *Durieu, botanical excursions in the mountains of Asturias* (*Companion to Bot. Magazine*, 1. p. 212): »die Vegetation« Asturiens »ist nur wenig von der der Bre-

tagne und der aquitanischen Provinzen« Frankreichs »verschieden, bei Oviedo zeigt sie sich der der Gegend von Nantes durchaus ähnlich«.

10. Gewöhnlich schreibt man dem spanischen Plateau ein durchschnittliches Niveau von 1800 Fuss zu (Humboldt, Centralasien, 1. S. 123). Allein nach Willkomm's sorgfältigen Vergleichungen ist diese Annahme zu niedrig, wie aus folgenden Ergebnissen seiner Untersuchung hervorgeht (Strand- und Steppengebiete, vergl. Jahresbericht f. 1852. S. 9):

Mittlere Plateauhöhe von Leon und Alt-Castilien . 2560′ (S. 25).
- - von Neu-Castilien bis Mancha 2480′ (-).
Ebene von Guadix in Granada . . . . . 3000′ (S. 45).
Plateau von Navarra, geschätzt zu . . . . . 1200′ (S. 38).

In der vom Ebro durchschnittenen Steppe von Aragonien schätzt Willkomm das mittlere Niveau auf 400′.

11. Nach Garriga's 25jährigen, meteorologischen Messungen in Madrid (bei Willkomm a. a. O. S. 189) ist der kälteste Monat daselbst der December, der wärmste der August. Die Differenz der Mittelwärme beider Monate beträgt 14°, ist also geringer als in Athen, wo aber die Minima und Maxima nicht so weit aus einander liegen.

Madrid. December. Mittelwärme + 5° R. (Winter 5°,5).
Minimum — 5° R.
August. Mittelwärme 19°,25 R. (Sommer 18°,8).
Maximum 32° R.
Differenz der Temperaturextreme 37° R.

Wie viel excessiver das Kontinentalklima der russischen Steppen als das Plateauklima von Spanien sei, geht daraus hervor, dass nach Dove's Monatstafeln die Januarisothermen — 4° R. bis — 8° zwischen das Asowsche Meer und Astrachan, die Juliisothermen 16° bis 20° zwischen Tiflis und Orenburg fallen, also die Differenz der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats etwa 24° (10° mehr als in Madrid) beträgt.

12. 13. Willkomm, a. a. O. S. 187.

14. In Gibraltar dauert die trockene Jahrszeit vom Mai bis zum September (*Kelaart, Flora calpensis:* Jahresbericht f. 1847. S. 22), ebenso in Algier von Mitte Mai bis zum Herbstaequinoctium (*Hardy* in *Comptes rendus*, 1847. *Juin*: Jahresbericht das. S. 40). In der Küstenregion von Granada verlängert sich zwar die Dürre (in Malaga von April bis Ende September), aber im Mai stehen noch die meisten Pflanzen in Entwickelung und Blüthe (*Boissier, Voyage botanique dans le midi de l'Espagne*, p. 187. 189). Die Milde des Winters, der die Vegetationszeit namentlich bei den einjährigen Pflanzen niemals unterbricht, ergiebt sich daraus, dass in Malaga die mittlere Januar-Wärme 9°,8 R., das Temperatur-Minimum + 4°,9 beträgt, das letztere also fast 10° höher liegt als in Madrid (Haenseler bei *Boissier* a. a. O. p. 188, vergl. Jahresbericht f. 1845. S. 26).

15. Die Uebereinstimmung der catalonischen und südfranzösischen Flora ist in Bourgeau's Sammlungen aus den spanischen Ostpyrenäen sehr auffallend und wird durch Colmeiro's Verzeichniss catalonischer Pflanzen bestätigt (*Colmeiro, catalogo de plantas observadas en Cataluña. Madrid*, 1846).

16. Willkomm setzt auf seiner werthvollen Karte der Vegetationsverhältnisse Spaniens die Grenze der östlichen Provinz im Süden an das Kap Nau, zwischen Valencia und Alicante, trennt also die Flora von Catalonien und Valencia nicht, wiewohl er bemerkt, dass die Zahl der endemischen Pflanzen in der letzteren Provinz grösser

sei (Strand- und Steppengebiete, S. 263 u. Karte). Ueber die klimatischen Verhältnisse ist man nur ungenügend unterrichtet. Willkomm bemerkt zwar, dass es im Sommer selten regne (das. S. 185), aber wenigstens Barcelona weicht, vermuthlich in Folge örtlicher Eigenthümlichkeiten der Exposition, von dem Mediterranklima in dieser Beziehung erheblich ab. Diese Stadt hat im Sommer 15 Regentage, und wiewohl die Frühlings- und Herbstregen überwiegen, fallen doch auch in den drei Sommermonaten fast 4″ Wasser (42,7 spanische Linien auf 254‴ im Jahr: Dove, klimatol. Unters. 1. S. 114). Nach Colmeiro ist der Sommerpassat daselbst ganz unterdrückt: im Sommer herrschen Südwest-, im Winter Ostwinde, also findet anscheinend ein halbjähriger Wechsel von See- und Landwinden statt, indem die Pyrenäen den Nordost in der warmen Jahrszeit abhalten.

17. In Nizza beträgt der Wärmeunterschied des wärmsten und kältesten Monats 12°,3 R. (Januar 6°,6, August 18°,9), in Florenz 16° R. (Januar 4°, Juli 20°: *Schouw, climat de l'Italie*, p. 95). In Nizza kommen während der drei Sommermonate 6 Regentage vor, in Florenz 17 (das. S. 196).

18. Martins (*Essai sur la météorologie de la France* in dem encyklopädischen Werke *Patria*, p. 444) zählt 800 der Mediterranflora eigenthümliche, französische Pflanzen auf, von denen gegen 140 korsikanisch sind; auch sind einige Kulturpflanzen in dieses Verzeichniss aufgenommen.

19. In Viviers bei Montélimart (44° 30′ N. B.) ist das Verhältniss des Sommer- und Herbstregens 243 mm : 341 mm (Martins a. a. O. p. 264), in Orange (44° 8′) dagegen 103 mm : 308 mm (das. p. 274), wobei noch zu beachten, dass der Sommerregen des Gebiets der Mediterranflora auf Gewitterbildungen beruht, deren vorübergehende Entladung auf die Vegetation ohne Wirkung bleibt (s. u.). In solchen Grenzgebieten sind auch die Unterschiede der Jahre bedeutend: so ist jenes Verhältn ss der Niederschläge von Gasparin minder gross angegeben (Viviers 177 : 353, Orange 114 : 222, bei Dove, klimatol. Beiträge, S. 122).

20. Martins hat die kalten Winter des südlichen Frankreichs aufgezählt und bemerkt, dass in einem Jahrhundert etwa fünf bis acht vorkommen (a. a. O. p. 267): sogar in dem milden Hyères sank das Thermometer im Januar 1820 einmal auf — 9°,5 R. (p. 278).

21. Martins (a. a. O. p. 270. 272).

22. In der ersten Hälfte des April 1867 herrschte bei meinem Aufenthalt in Hyères und Nizza fast beständiger Mistral und das Thermometer hielt sich zwischen 18° und 20° R., wogegen die Mittelwärme dieses Monats in Nizza nur 10° beträgt (Schouw, a. a. O.).

23. Lorenz (physikalische Verhältnisse im quarnerischen Golfe, S. 57) giebt eine sehr genaue, dem Mistral in allen Hauptzügen entsprechende Beschreibung der Bora von Fiume; die in Pausen wiederkehrenden Windstösse, die ich ähnlich auch unter den Steilküsten der norwegischen Fjorde beobachtete, werden im illyrischen Golf *Refoli* genannt. Ebenso wie der Mistral, ist auch die Bora an keine bestimmte Jahrszeit gebunden. Die Unterscheidungen von der hierdurch charakterisirten eigentlichen und der stetig wehenden Bora, sowie der minder heftigen Borina sind zum Theil als graduelle Abstufungen desselben Phänomens aufzufassen. Bei den Erklärungsversuchen, durch welche L. sie schärfer zu sondern suchte, und die er später selbst modificiren wollte, hat er das Moment übersehen, dass jede Luftmasse, die aus der Höhe in die Tiefe gelangt, die dem Niveau entsprechende Dichtigkeit annehmen

muss, was, je nachdem sie von verschiedenen Ausgangspunkten, von höheren Berggipfeln oder aus tiefer gelegenen Thalschluchten herabkommt, zu jenen gewaltsamen Ausgleichungen führen muss, die eben in den Refoli und ihren Pausen sich äussern. Auch der Föhn der Schweizer Alpen kann nicht richtig gewürdigt werden, wenn man ihn nur zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre von Zone zu Zone in Beziehung zu setzen versucht. Gleich jenen Küstenwinden ist er geographisch auf bestimmte Gegenden eingeschränkt und nicht an die Jahrszeit gebunden; weht er in Meridianthälern abwärts, wie vom Tödi aus durch Glarus, muss er sich rasch erwärmen; kommt er über den Kamm der Alpen, wird er an der Nordseite trocken sein. Vielleicht wird auch seine Verdichtungswärme in eingeschlossenen Thälern, wo die Luft nicht ausweichen kann, intensiver fühlbar, während beim Mistral, wo die Luft an der Küste sich fächerförmig ausdehnen kann, dieser Werth eine in der starken Insolation verschwindende Grösse ist. Alle Umstände wirken zusammen, um die Atmosphäre innerhalb des Mistrals heiter zu erhalten, während da, wo er entsteht, das Entgegengesetzte stattfindet. Dies konnte ich auf der Fahrt von Nizza nach Toulon am 17. April 1867 gut wahrnehmen, als an dem warmen Nachmittage bei von den Alpen herabwehendem Mistral die Wolken an den Bergen sich gewaltig anhäuften, bald die Regengüsse daselbst jede Fernsicht verhinderten und trotz des heftigen Windes aus dieser Richtung der Himmel über uns klar blieb, während die Sonne die nahen, in steter Bildung begriffenen Cumuli beleuchtete.

24. Die Olivenkultur reicht in Italien (abgesehen von den örtlichen Ausnahmen am Comer und Garda-See) nur bis an den nördlichen Apennin (44° N. B.), sie wird noch in der Provinz Perugia, aber nicht mehr bei Bologna und Ravenna betrieben (*Palmieri, topografia dello stato pontificio*, 1. p. 2). Wälder von immergrünen Eichen und Gebüsche von Myrten und *Pistacia Lentiscus* erwähnt Schouw an der adriatischen Seite des Apennin bei Teramo (42° 40′; Schouw, die Erde, die Pflanzen und der Mensch, S. 93); genauere Nachrichten besitzt man von der immergrünen Vegetation in den Maremmen von Toskana, wo wenigstens einzelne Küstenpunkte, wie die Halbinsel des Argentario bei Orbetello (42° 20′), eine grosse Anzahl ligurischer Pflanzen und sogar die Zwergpalme besitzen (*Santi, viaggio per la Toscana*, 2. p. 172).

25. In Rom fällt im Sommer 3″ Regen, in Genua 6″ (*Schouw, climat*, p. 150), aber die drei Zoll in Rom vertheilen sich auf 15 Regentage (das. p. 196: vergl. oben Note 17). Die Januarwärme beträgt in Rom 5°,7 R. (etwa 1° weniger als in Nizza), die des Juli 19°,1, also die Differenz des wärmsten und kältesten Monats 13°,4 ($1^1/_2$° mehr als in Nizza: das. p. 95). Bei Dove sind die Angaben über die Unterschiede des Regenfalls in Rom und Genua noch grösser (klimat. Beitr. S. 120), die über die Temperaturdifferenz der extremen Monate etwas geringer (Temperaturtafeln, S. 25).

26. Wie wenig die Regenmenge auf die Vegetation wirke, zeigt die Erfahrung, dass, während nach Marcel de Serres der durchschnittliche Regenfall in Montpellier 28—29 Zoll beträgt, im J. 1807 nur 17″ 3‴ fielen und dieses Jahr doch die reichste Ernte an Weizen, Wein und Oel gab (Daum, Bemerkungen, S. 33).

27. *Schouw* (*climat*, p. 195). Die Menge der Niederschläge beträgt in Venedig 32″, in Mailand 35″,7, in Brescia 47″,1 und in Tolmezzo 90″ (das. p. 139), die Vertheilung derselben nach den Jahrszeiten verhält sich in Mailand so, dass im Winter 21, im Frühling 24, im Sommer 24 und im Herbst 31 Procent der Gesammtmenge fallen (das. p. 148).

28. Die mittlere Januarwärme des Pogebiets beträgt in Mailand + 0°,5 R., in

Bologna + 1°,7, dagegen in Triest + 2°,8. Vergleicht man damit die Mittelwärme des Juli (Mailand 19°, Bologna 20°,7, Triest 18°), so ergeben sich als Temperaturunterschiede des kältesten und wärmsten Monats die Werthe 18°,5 und 19° für die beiden ausserhalb der immergrünen Region gelegenen Orte und nur 15°,2 für die illyrische Küste, die innerhalb derselben liegt (Schouw, p. 95).

29. In Triest ergaben die Messungen des jährlichen Niederschlags 41″, in Venedig 32″ (Schouw, p. 140). Im Sommer fallen in Triest 9″,4; in Venedig 8″,6; Winter und Frühling weichen an beiden Orten nur wenig vom Sommer ab (das. p. 148). Venedig hat im Sommer 19, Mailand 18 Regentage (das. p. 195).

30. 31. Bartling, *de litoribus maris liburnici*, p. 29; Lorenz, physikalische Verhältnisse im quarnerischen Golfe, Karte; Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 370.

32. In Janina (1280′ hoch) beträgt der Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats 17°,6 R. (Jan. + 1°,7; Aug. 19°,3: Schläfli, Klimatologie von Janina in den Schweizer Denkschr. f. 1862), in Athen 17°,7 (s. Note 4), in Konstantinopel 15°,4 (Jan. + 3°,8; Juli 19°,2: *Tchihatcheff, Asie mineure*, 2. p. 15, nach 10jährigen Messungen. Nach seinen späteren 16jährigen Messungen, wovon die Monatsmittel nicht angegeben sind, beträgt daselbst die mittlere Wintertemperatur 4°,2 R., die des Sommers 17°,7: *le Bosphore*, p. 251).

33. Unger, Ergebnisse einer Reise in Griechenland, S. 203.

34. Grisebach, a. a. O. 2. S. 372. Hier ist eine Uebersicht der Grenzen der immergrünen Region nach Leake (*Northern Greece*) und Pouqueville (*Voyage en Grèce*) zusammengestellt.

35. Unger, a. a. O. S. 192. Wenn er unter den Fällen, die für die von ihm widerlegten Ansichten sprechen, auch die Insel Thasos erwähnt, so ist zu bemerken, dass hier noch jetzt die Wälder bis an die Küste reichen.

36. Die jährliche Regenmenge betrug in Athen 9″,2 (J. Schmidt a. a. O.), in Janina fielen die 48″ so unregelmässig, dass die Zahl eigentlicher Regentage im Jahre nur auf 52 geschätzt wurde (Schläfli, a. a. O.). Selbst auf der südlichen und westlichen Abdachung des Peloponnes soll die jährliche Regenmenge nach Boblaye mehr als einen Meter, also nicht viel weniger als in Janina, betragen (Dove, klimatol. Beiträge, S. 115).

37. Die Depression des Landes in der Gegend des Amselfeldes ergiebt sich aus folgenden, angenäherten Niveaubestimmungen: Ebene des weissen Drin bei Ipek 1100′, bei Prisdren 700′; Tettovo im Quellgebiet des Vardar 850′, Ueskueb 560′ (Grisebach, a. a. O. 2. S. 112, 127, 320).

38. Der Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats beträgt in Smyrna 18°,1 R. (Januar 5°,2; Juli 23°,3), in Tarsus 14°,1 (Jan. 9°,3; Juli 23°,4: Tchihatcheff, *Asie mineure*, 2. p. 369). Ungeachtet der hohen Januarwärme ist indessen die Küstenebene von Cilicien »in manchen Jahren zwei bis drei Tage lang von Schnee bedeckt« (Kotschy, Reise in den cilicischen Taurus, S. 340): das Temperatur-Minimum liegt nämlich unter dem Gefrierpunkt (— 0°,4 R.: Tchihatcheff a. a. O. p. 203). In Chios vertheilen sich die 62 Regentage so, dass in den drei Sommermonaten nur ein einziger vorkam (10. Juni), die meisten in den Januar und März fallen (24: das. p. 251); in Tarsus hat der Sommer 5 Regentage und in dieser Jahrszeit ist leichte Bewölkung, ohne dass es zu Niederschlägen kommt, häufiger als im Winter und Herbst, weil hier der Sommerpassat wegen der Nähe des Taurus die Küste nicht berührt, im

Sommer südliche Seewinde, im Winter nordöstliche Landwinde überwiegen, aber diese lokalen Abweichungen haben auf die Vertheilung der Niederschläge keinen merklichen Einfluss: der Herbst hat 12, der Winter 13 und der Frühling 16 Regentage (das. p. 223, 225). In dem Taurus selbst traf nämlich Kotschy den über ganz Anatolien wehenden Passat, der als Nordnordost während der drei Sommermonate daselbst vorherrschte und sich zuweilen zu heftigem Sturmwind steigerte (a. a. O. S. 355), gerade wie Mistral und Bora bei der so ähnlichen Bildung des Küstengebirgs.

39. Tchihatcheff a. a. O. p. 373. Die für die Vegetation bezeichnenden Werthe des Klimas von Trapezunt und Konstantinopel sind folgende: Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats in Trapezunt 14°,5 R. (Januar 5°,9; August 19°,4 (das. p. 119; vergl. die entsprechenden Werthe für Konstantinopel in Note 32). Temperaturminimum in Trapezunt — 4°,6 (das. p. 121), in Konstantinopel — 9°,4 (p. 40). Regentage in Trapezunt 96, in Konstantinopel 66, aber während des Sommers dort 28,5, hier nur 6 (p. 124): dort ist der Juni der feuchteste Monat mit 18,5 Regentagen, hier Januar und December mit 30. In Trapezunt vertheilen sich die Niederschläge so über das Jahr, dass auf den Winter 27, den Frühling 19,5, den Sommer 28,5, den Herbst 20,5 Regentage kommen (p. 135).

40. Die immergrüne Region der pontischen Flora ist namentlich durch *Rhododendron ponticum*, *Prunus Laurocerasus*, sowie durch *Azalea pontica* und *Vaccinium Arctostaphylos* bezeichnet, denen mitteleuropäische Sträucher mit abfallendem Laube und einzelne Baumgruppen derselben Heimath beigemischt sind (K. Koch, Wanderungen im Orient, Bd. 2, vergl. Jahresbericht f. 1848. S. 363).

41. Abich (*Bullet. Pétersb. phys. math.* 9. p. 1—48; *Journ. geogr. soc.* 21, p. 7: Jahresbericht f. 1851. S. 33).

42. Die bezeichnenden klimatischen Werthe von Beirut, Jerusalem und Algier sind: Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats in Beirut 12°,4 (Januar 9°,8 R.; August 22°,2: Dove, Temperaturtafeln), in Jerusalem im Niveau von 2500′: 13° (Jan. 7°, August 20°: Dove, Monatsberichte der Berl. Ak. 1867, S. 772), in Algier 10°,5 (Jan. 9°,3; Aug. 19°,8: das.). Regentage in Beirut 81 (Juni — September nur 2), in Jerusalem 69 (Juni — October nur 1: Dove, klimatol. Untersuch. S. 115), in Algier 72 (Juni — August 5, April u. Mai 11, September etwa 4: das. S. 106).

43. *Hardy* in *Comptes rendus*, 1847, vergl. Jahresbericht f. 1847. S. 40.

44. Wildenbruch bei Dove, klimatol. Untersuch. S. 115; Nardi in Peterm. Mitth. f. 1858, S. 38.

45. Im J. 1841—42 wurde der Winterweizen durchschnittlich an folgenden Tagen gesäet und geerntet, in Rom 1. Nov. und 2. Juli, in Neapel 16. Nov. und 2. Juni, in Palermo 1. Dec. und 20. Mai, in Malta 1. Dec. und 13. Mai (Daum, Bemerkungen, S. 348, Jahresb. f. 1845. S. 39).

46. Dove, klimatolog. Untersuchungen, 1. S. 110.

47. Bei der Vergleichung der Mitteltemperatur der Vegetationszeit von Malaga und Nizza ergeben sich die Werthe 13°,8 und 11°,8 R., also gegen die für Nordeuropa zu 13° R. bestimmte Phytoisotherme für Malaga eine geringe Zunahme, für Nizza eine Minderung. Der Werth für Malaga (13°,8) ist die Mitteltemperatur der 8 Monate October — Mai (*Boiss, Voy. en Espagne*, p. 188), der für Nizza (11°,8) bezieht sich auf die 9 Monate September — Mai (Dove, Temperaturtaf. S. 52). In dem letzteren Falle sind nur die Sommermonate ausgeschlossen, in denen am wenigsten Regen fällt. Bei

Malaga zeigt sich, wie diese Bestimmungen insofern willkürlich sind, als die Vegetationszeiten verschiedener Pflanzenformen sich sehr ungleich verhalten: nach Boissier (a. a. O. Jahresbericht f. 1845. S. 27) entwickeln sich daselbst die Liliaceen mit den ersten Herbstregen, hierauf folgen die annuellen Pflanzen, die den Winter hindurch blühen und im Juni sämmtlich verdorrt sind; von den Stauden hingegen kommen einzelne erst in der regenlosen Zeit des Juni und Juli zur Blüthe, und, wenn man auf diese Gewächse die Dauer der Vegetationszeit gründen wollte, so würden nur August und September für den völligen Stillstand des Pflanzenlebens übrig bleiben und jener Werth von 13°,8 auf 15° R. steigen. Die Bestimmung einer Phytoisotherme hat um so weniger Bedeutung, je verschiedener die klimatischen Bedingungen der in einer Flora vereinigten Pflanzenformen sind.

48. Vaupell, Nizza's Winterflora, S. 35: »im November haben sehr wenige Pflanzen ihre Blüthezeit, im December so gut wie gar keine.« Ausnahmen, welche die Milde des Winters zulässt, bilden theils solche Gewächse, deren Blüthezeit in den Herbst fällt, aber sich in den folgenden Monaten fortsetzt, theils klimatisch indifferente Begleiter der Kulturgewächse, wie sie auch im nördlichen Europa, wenn Schnee und Kälte ausbleiben, mitten im Winter fortwachsen und blühen können (S. 41). Zu den ersteren gehört *Cneorum tricoccon*, ein kleiner Strauch, der vom September bis zum März in allen Monaten bei Nizza blühend angetroffen wird (S. 34).

49. Die Abhängigkeit der Belaubung und des Laubabfalls der Bäume von gleichen Temperaturen soll nach Linsser's Untersuchung nur in Mitteleuropa stattfinden, dagegen weder in Petersburg, noch in Venedig (die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in *Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* VII. Vol. 11. nr. 7. p. 36). Seine Angaben beziehen sich auf Durchschnittswerthe von verschiedenen Bäumen, während der im Texte angeführte Satz nur auf gewisse Arten passt, welche in Mitteleuropa einheimisch sind, nicht auf solche, welche von dem Klima ihres Vegetationscentrums, von ihrem natürlichen Klima entfernt wachsen und sich neuen Lebensbedingungen akkomodirt haben. Richtiger ist es, wie in dem Abschnitt über die nordeuropäisch-sibirische Flora gezeigt wurde, bei der Frage, ob die Ordinaten der Temperaturkurve zu Anfang und Ende der Entwickelungsperiode gleich oder ungleich sind, die verschiedenen Bäume zu unterscheiden, als, wie es bei Linsser der Fall ist, hier den Einfluss abweichender Klimate auf denselben Baum allein in Betracht zu ziehen. — Bei diesem Anlass schliesse ich die Beurtheilung der Ergebnisse von Linsser's auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung gegründeter Untersuchung über die Beziehungen zwischen Wärme und Vegetation an. Er glaubt ein neues Gesetz ermittelt zu haben, welches das Verhältniss der Temperatur zu den Vegetationsphasen ausdrücke, aber er hat nur das Verdienst, die Sätze, welche ich schon im J. 1838 (*Linnaea*, 12. S. 188) aus Boussingault's Theorie ableitete, durch die jetzt vorhandene, weit umfassendere Zahl von Beobachtungen bestätigt und mathematisch schärfer begründet zu haben. Diese Sätze sind im Texte dahin zusammengefasst, dass der Eintritt der Entwickelungsphasen theils von der Temperatur, theils von der Dauer der einzelnen Bildungsprocesse abhängt, deren Summe als Vegetationszeit bezeichnet wird. Linsser's Gesetz, seiner physiologisch nicht haltbaren Bestimmungen entkleidet, ist nur ein neuer Ausdruck dieses Verhältnisses, indem er die von einer Phase bis zur anderen der Pflanze zu Theil gewordenen Wärme durch die Wärme der ganzen Vegetationszeit dividirt und hiebei einen unveränderlichen Werth findet, sowie dies bei Boussingault der Fall war, der die mittlere Temperatur irgend einer Vegetationsperiode mit der Zahl der Tage multi-

plicirte, welche darüber verflossen sind. Das Gesetz Linsser's (S. 34) lautet: »die an zwei verschiedenen Orten den gleichen Vegetationsphasen zugehörigen Summen von Temperaturen über 0° sind den Summen aller positiven Temperaturen beider Orte proportional.« Hiebei ist es physiologisch nicht zulässig, dass der Gefrierpunkt als Grenze der Vegetationszeit angenommen ist, da, wie A. de Candolle bemerkte, der Anfangspunkt der vegetativen Entwickelung bei verschiedenen Pflanzen auf verschiedene Temperaturen fallen kann: für das Ergebniss der Berechnung wird dies von geringem Einfluss sein. Ebenso ist es gleichgültig, ob mit Temperatursummen oder mit Mittelwärmen der einzelnen Vegetationsperioden gerechnet wird, vorausgesetzt, dass sowohl Wärme als Zeit in der Formel vertreten sind, d. h. sowohl die Abscissen als die Ordinaten der Temperaturkurve in Betracht gezogen werden. Man würde schon zu denselben festen Werthen kommen, wenn man nur die Tage einer Vegetationsperiode mit der Summe der Tage der ganzen Vegetationszeit dividirte, da für eine gegebene Temperaturkurve in den Abscissen (den Tagen) schon die Ordinaten (die Temperaturgrade) enthalten sind. Hiemit erledigen sich auch, wie ich glaube, die Einwürfe, welche Sachs (Pringsheim's Jahrbücher, 2. S. 372) gegen Boussingault's Theorie daraus ableitete, dass es für die Keimung eine Temperatur der raschesten Entwickelung giebt, indem Dauer der vegetativen Processe und Wärme sich in mittleren Werthen ausgleichen.

Wenn ich in dem Linsser'schen Gesetze nur eine Bestätigung des Boussingault'schen erkennen kann, so ist doch zu erinnern, dass, wie aus den im Texte von mir angeführten Thatsachen erhellt, demselben keine Allgemeingültigkeit zukommt. Abgesehen von den Einschränkungen der Boussingault'schen Lehre, welche schon früher aus der Tageslänge abgeleitet wurden, äussert sich die Akkomodation einer Pflanze an ein fremdes Klima nicht bloss in einer Verschiebung der Entwickelungszeiten und darin, dass sie sich mit einem geringeren Maass von Wärme begnügen kann, als sie in ihrer Heimath empfängt, sondern sie beruht auch auf dem viel merkwürdigeren Verhältniss, dass sie zu gewissen Zeiten demselben Wärmereiz widersteht, der sie in anderen Monaten zur Entwickelung treibt. Die neuen Thatsachen, welche Linsser's Abhandlung enthält, liegen auch auf diesem dunkeln, physiologischen Gebiete. Er weist ein wirkliches Akklimatisationsvermögen bei gewissen Spielarten von Cerealien nach, die, nachdem sie in einem Klima von kurzer Vegetationszeit sich ausgebildet hatten, in südlichere Gegenden versetzt, die beschleunigte Entwickelung beibehielten. Die Nachrichten über dieses Verhältniss rühren von Ruprecht her (S. 39), der die Angabe Schübeler's, dass die in Lappland gebaute Gerste in Christiania 55 Tage nach der Saat reif wurde, während die aus südlicheren Gegenden abstammende daselbst einer Vegetationszeit von 88 bis 96 Tagen bedurfte, durch eine ähnliche Erfahrung aus Russland bestätigt und erweitert hat.

50. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 31. 45. — Heer in den Verh. der Schweizer Naturforscherversammlung in Glarus, 1851. S. 54 (vergl. *Bibl. de Genève*, 1852 u. Bot. Zeit. 1853). Die Belaubung der zu Funchal gepflanzten Eichen (*Quercus pedunculata*) im Februar wurde, wie von Heer, so auch von Schacht (Madeira, S. 115) und Hartung (Azoren, S. 74) beobachtet. Indessen kommen nach Hartung einzelne Bäume vor, die schon um Weihnachten ihr junges Laub entfalten. Solche Ausnahmen sind individuelle Erscheinungen oder pathologische Zustände, die beweisen, dass die Widerstandskraft gegen die zu unpassender Zeit eintretende Temperatur eine Grenze hat. Hiemit ist die Herbstblüthe zu vergleichen, die bei warmer Witterung

zuweilen an Obstbäumen eintritt, und die in Madeira (das. S. 69) bei gewissen Arten zu einem allgemeinen Phänomen wird, besonders beim Pfirsich, auch bei einer der atlantischen Laurineen (*Oreodaphne foetens*). Die Herbstblüthen des Pfirsichs aber werden entweder gar nicht befruchtet, oder liefern im Frühjahr wenige Früchte von holziger Beschaffenheit, wogegen die normale Blüthezeit auch dort in den Frühling fällt, wie die Fruchtreife in den Spätsommer. Wie sehr hiebei das Sinken und Steigen der Temperatur ins Gewicht fällt, geht auch aus einer andern Beobachtung Hartung's (das. S. 77) über die Vegetationszeit des Weizens in Madeira hervor, dessen Ernte zu derselben Zeit stattfindet (Ende Mai oder Anfang Juni), obgleich die Saat je nach der Lage der Felder entweder im December oder auch 6 bis 8 Wochen später bestellt wird.

51. Die Temperatur der Vegetationszeit ist nach den Angaben in Dove's Temperaturtafeln berechnet, das Eintreten der trockenen Jahrszeit, als Schluss jener Periode, nach seiner Uebersicht der Regentage in Südeuropa (klimatol. Unters. S. 106, 115). Die Temperatur von Madrid ist aus Garriga's Messungen (Note 11), die von Janina aus Schläfli's Schrift (Note 32) abgeleitet: der letztere Verf. bemerkt zwar, dass die Wiesen am See erst im April grün werden, aber es ist anzunehmen, dass schon der März zur Vegetationsperiode gehöre, da angeführt wird, dass der Mandelbaum schon zu Anfang dieses Monats blühe. Die Angaben über die Vegetationszeit von Madrid rühren von Reuter her (*Essai sur la végétation de la nouvelle Castille*, p. 12), die über Dalmatien von Visiani (*Fl. dalmatica*), die über Cypern von Gaudry (*Recherches scientifiques en Orient*, p. 124.)

52. *Gallesio, traité du Citrus; A. de Candolle, Géographie botanique*, p. 868.

53. *Boissier, Voyage en Espagne*, p. 113. Auf Willkomm's Vegetationskarte von Spanien umfasst die Kulturgrenze der Citrus-Arten nur die drei Küsten von Südgalicien bis Catalonien, aber Boissier bemerkt, auf die Angaben von Gay sich stützend, dass sie auch an der Nordküste (in Asturien) fortkommen.

54. Vertikale Verbreitung der Agrumen (vergl. Note 6 u. 7):

Granada: bis 2000′ (Boissier a. a. O.).

Nizza: bis 1200—1300′ (Daum, Bemerkungen S. 103).

Aetna: bis 1900′ (Philippi a. a. O., jedoch nach Gemellaro hier ebenso hoch ansteigend wie der Oelbaum).

Cypern: bis 1500′ (Unger, Cypern, S. 355).

55. Unger, daselbst S. 459.

56. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 282.

57. Durch Nichtbeachtung des Variationskreises ist *Quercus Aegilops* als Art sehr verdunkelt worden. Wiewohl Linné sie irrthümlich nach Spanien versetzte, ist sein Name doch nur auf die durch ihre grossen Eicheln ausgezeichnete Velani-Eiche zu beziehen, da er auf den Handel mit diesen Früchten ausdrücklich Bezug nimmt. Erneute Untersuchungen führten mich zu demselben Ergebniss wie Hooker (*Linn. Transact.* 23. p. 384). Ich berichtige daher, nun auf ein weit grösseres Material mich stützend, meine frühere Auffassung, indem ich die vier genannten Arten auf folgende Weise unterscheide: 1°. *Q. Aegilops L., Hook.* Blätter eiförmig-oblong, selten schmaler (*Q. trojana J. Sp., Q. Aegilops Oliv.*), unterwärts meist grau-behaart: Lappen gewöhnlich abgerundet oder mit kurzer Spitze; Becher gross mit schmalen, langen, zurückgeschlagenen Schuppen. Syrien u. Kleinasien bis zu den jonischen Inseln (Olivier).

— 2°. *Q. Libani Oliv.* Blätter oblong-lanzettförmig, glänzend, glatt: Lappen mit nadelförmiger Spitze; Becher gross: Schuppen grösstentheils deltaförmig und mit kurzer Spitze. Libanon u. Kleinasien. — 3°. *Q. castaneifolia C. A. M.* (*Q. Aegilops Spicil. rum., Q. macedonica A. DC.*). Blätter der vorigen Art, zuweilen unterwärts schwach behaart; Schuppen des Bechers grossentheils schmal und zurückgeschlagen: »Mazenderan, Talüsch«, Georgien, Kleinasien, Macedonien, Albanien. — 4°. *Q. pseudosuber Sant.* (*Q. Suber Gr.* Reise durch Rumelien, 2. S. 354). Blätter oblong, schwach sinuirt, unterwärts behaart; Stamm mit Korkrinde; Becher klein: Schuppen grösstentheils deltaförmig. Albanien, Italien, Algerien (*Q. castaneifolia Coss.* in *pl. Kralik* 143!). — Früher hatte ich die drei ersten Arten als Formen einer einzigen betrachtet, und ich muss auch jetzt noch gestehen, dass die Grenzen schwer festzuhalten sind, *Quercus trojana* sich *Q. castaneifolia* beträchtlich nähert und nach Hooker's Abbildungen die Eicheln an demselben Baum in sehr verschiedener Grösse vorkommen, auch die Form der Becherschuppen höchst veränderlich ist. Ich halte es daher für recht wohl möglich, dass künftig meine frühere Ansicht sich doch noch bestätigt. Wenn ich dagegen nach Visiani's Auffassung die Korkeiche als Spielart von *Q. Ilex* aufführte, so war dies auch in sofern unrichtig, als ich in der albanischen die italienische Eiche Santi's noch nicht erkannt hatte.

58. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 200.

59. Das. 1. S. 246.

60. Willkomm in Bot. Zeit. 1846, vergl. Jahresbericht f. 1845. S. 25.

61. Die beiden seltensten Eriken des Dép. Gironde (*E. mediterranea* und *lusitanica*) blühen daselbst erst im Januar (*Grenier, Fl. de France*, 2. p. 429. 433).

62. Der Granatbaum belaubte sich in Marseille erst in der Mitte des April, später als die Linden, Eichen und Ulmen (Vaupell, Nizzas Vinterflora, p. 16: den 14. April begannen *Punica* und *Vitex agnus castus* auszuschlagen).

63. Cosson beobachtete Wälder von Mandelbäumen zu Saida in Algerien (*Ann. scienc. nat.* I. 19. p. 429, vergl. *A. de Candolle, Géogr. bot.* p. 889).

64. *A. de Candolle, Géogr. bot.* p. 856.

65. Metzger, landwirthschaftliche Pflanzenkunde, S. 398. 404.

66. Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 149. Die Region der Silberlinde in Macedonien ist auf das Niveau von 1200—1500′ eingeschränkt.

67. Das. 1. S. 340. *Tchihatcheff, Asie mineure. Botanique*, 2. p. 462.

68. Belaubung des Feigenbaums in Nizza am 30. März (Vaupell, Nizzas Vinterflora, S. 15), in Hyéres am 5. April (das. S. 16). Am Bosporus belaubt sich die Ulme zu Ende April, der Feigenbaum im März (*Tchihatcheff, le Bosphore et Constantinople*, p. 216).

69. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 171.

70. Unger und Kotschy, Cypern, S. 144.

71. *Bertoloni, Flora italica*, 10. p. 266.

72. *Tenore, viaggio per diverse parti d'Italia*, 4. p. 140.

73. Die Systematik der europäischen Pinus-Arten scheint besonders dadurch verdunkelt zu sein, dass die klassischen Abbildungen Lambert's nur wenigen Botanikern zugänglich waren. So muss ich der übrigens sorgfältigen Arbeit Christ's (Verh. der naturf. Gesellsch. in Basel f. 1863) gegenüber das Ergebniss meiner eigenen Untersuchung festhalten. Seine *P. brutia* ist nichts anders wie meine und Lambert's *P. maritima*, die er irrig zu *P. halepensis* zieht. Dass *P. brutia* Tenore's dagegen die

P. halepensis selbst sei, ergiebt sich aus einem von mir aufbewahrten Zapfen, den Blasius aus dem botanischen Garten zu Neapel von der dort durch Tenore selbst bezeichneten *P. brutia* mir überbrachte. Diese ist demnach auch *P. pyrenaica* Parlatore's (*Fl. italiana* 4. p. 43. *exclus. syn. Lapeyr.*).

74. Die in Griechenland unterschiedenen Edeltannen (*Pinus cephalonica*, u. a.) sind nur Variationen derselben Art (vergl. Unger, Reise in Griechenland, S. 93). Dasselbe gilt nach Parlatore (*DC. prodr.* 16. p. 421) von *P. Nordmanniana Stev.*

75. Meine Untersuchungen über die Bäume der Gattung *Juniperus* ergeben Folgendes:

1. *J. thurifera L.* Beeren langgestielt; Blätter völlig angedrückt, $^1/_2$''' lang, oberhalb des convexen Rückens zur Spitze abgeflacht. — Sierra de Segura (Bourgeau), Sardinien, Atlas (Balansa), cilicischer Taurus 2000—6400′ (*J. excelsa Kotschy, Balansa*).

2. *J. aegaea* (*J. excelsa Spicil. rum., Endl.*). Beeren sitzend; Blätter von *J. thurifera.* — Küstenregion von Thasos, wo der Baum 30′ hoch wird und in Gesellschaft von zwei Pinus-Arten den Wald bildet.

3. *J. foetidissima W.* (*J. excelsa M. B.*). Beeren auf sehr kurzem Stiel; Blätter zuletzt ein wenig abstehend, 1''' lang, oberhalb des stark convexen Rückens an der ebenfalls convexen Spitze meist eingebogen. — Karabagh (Hohenacker), Krim (Steven: Form mit fast drüsenlosem Rücken), cilicischer Taurus 5000—6500′ (Kotschy, Balansa), Tibet 5000—15000′ (Thomson). Standorte, von denen ich keine Exemplare vergleichen konnte, sind: Abchasien (Nordmann); Turcomanien (Karatin nach Ledebour), Fontau (Lehmann).

76. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 278.

77. An dem zwischen Cilicien und Syrien gelegenen Golf von Skanderun (Alexandria) sind die Dattelpalmen noch häufig, erreichen hier also 37° N. B. (Aucher-Eloy, *relations de voyages en Orient*, vergl. Jahresbericht f. 1843. S. 37).

78. Höhengrenze von *Chamaerops* am Aetna 1000′, von *Phoenix* 1680′ (Philippi a. a. O.). In Granada ward die Zwergpalme von Boissier bis 1500′, von Willkomm bis 2000′ angetroffen.

79. *Santi, viaggio secondo*, p. 172. Dass die Zwergpalme weder an der französischen Südküste noch in Korsika bekannt sei, geht daraus hervor, dass sie in Grenier's und Godron's Flora nicht erwähnt wird. An der Riviera wurde sie zwischen Monaco und Villefranche von Gay beobachtet (*A. de Candolle, géogr. bot.* p. 152). Die östlichsten Standorte bei Brindisi und Durazzo sind von Welden angegeben (*Martius, histor. palmarum*, 3. p. 249).

80. Schouw (die Erde, die Pflanzen und der Mensch, S. 42): in Pompeji sind weder Cacteen noch Agaven dargestellt. Die historischen Nachrichten über die Einführung der Opuntien sind von Steinheil (*Boissier's Voyage en Espagne*, 1. p. 25) zusammengestellt.

81. Nach Boissier's Untersuchung (*Voy. en Espagne*, 1. p. 192) erreicht die Zahl der einjährigen Gewächse in der Küstenregion von Granada ihr Maximum. Von 1070 Arten sind daselbst 542 ein-, 46 zweijährige und 482 perennirend, unter den letzteren 19 Bäume und 126 Sträucher oder Halbsträucher.

82. Liebig hat die Meinung geäussert, dass gewisse Gegenden der Lombardei von einer Erschöpfung des Bodens bedroht seien, aber von unrichtigen Wirthschaftssystemen abgesehen, die überall auch unter den günstigsten Naturverhältnissen nach-

theilig wirken können, sind die Gesammterträge der Poebene gewiss gegenwärtig so hoch wie jemals. Die Erneuerungen der Erdkrume, welche vom fliessenden Wasser und der Neigung des Bodens abhängig sind, kommen dem Ackerbau in höherem Grade zu Gute als irgend welche künstliche Hülfsmittel: wäre dies nicht der Fall, wie sollten sich die wildwachsenden Pflanzen auf die Dauer erhalten, da Verwitterung und Verwesung doch zuletzt zur Ernährung ungeeignete Schlussprodukte liefern? Ebenen, die wie Virginien den Gebirgen fern liegen, sind daher viel ungünstiger gestellt als diejenigen, deren Boden, wie der der Lombardei, von Hochgebirgen, die sie umkränzen, rascher und stetiger erneuert werden.

83. Die griechische Bezeichnung der Tomillares ist von Unger mitgetheilt (Cypern, S. 104). Derselbe bemerkt, dass ein anderer Name für diese Formation in Cypern gebraucht wird, nämlich Trachiotis, was dürres Land bedeutet und daher ebenso, wie Xerovuni, sich auf die Trockenheit des Bodens bezieht, die im Sommer die Matten so steril erscheinen lässt.

84. Schreiner, Steiermarks Waldstand (Berghaus Annalen, 1837, 4. S. 45) schätzte den bewaldeten Raum in ganz Europa auf 20 Procent der Oberfläche. Er nimmt an, dass dieses Verhältniss in Griechenland auf 15, in Italien und Spanien auf 8 Procent sinke, aber ich bezweifele, dass diesem Schriftsteller ausserhalb des österreichischen Gebiets genügende Grundlagen bei seinen Schätzungen zu Gebote standen. Nach Mansolas' 1867 erschienener semiofficieller Statistik von Griechenland beträgt daselbst der von Wäldern bedeckte Raum 11 Procent der Gesammtoberfläche des Königreichs (Gött. gel. Anz. f. 1868. S. 1115, 1117), ist also viel grösser, als man dies gewöhnlich darstellt.

85. Willkomm, botanische Berichte und Vegetationsskizzen aus Spanien und Portugal (Botan. Zeitung, Bd. 4. Bd. 8: vergl. Jahresbericht f. 1845 u. 1851).

86. Reuter, *essai sur la végétation de la nouv. Castille,* vergl. Jahresbericht f. 1843. S. 28.

87. Grisebach, Reise durch Rumelien. 1. S. 245.

88. Unger und Kotschy, Cypern, S. 109. Die Maquis von Cypern bestehen aus *Pistacia Lentiscus* und *Juniperus phoenicea*, die der Landzunge des Athos aus *Arbutus Unedo*, *Quercus Ilex*, *Cistus salvifolius* und *villosus*, *Erica arborea*, *Spartium junceum*, *Calycotome villosa* und *Anthyllis Hermanniae.*

89. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 35.

90. Unger und Kotschy, Cypern, S. 371.

91. Grisebach, a. a. O., 1. S. 166.

92. Das. 2. S. 59.

93. Willkomm, die Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel, vergl. Jahresbericht f. 1852. S. 9.

94. Grisebach, a. a. O., 1. S. 354 u. folg.

95. Massot (*Comptes rendus*, Vol. 17, Jahresbericht f. 1853. S. 26).

96. Radde (Peterm. geogr. Mitth. f. 1867, S. 97, Jahresbericht in Behm's geogr. Jahrb. 2.).

97. *Boissier, Voyage en Espagne*, 1. p. 213, Jahresbericht f. 1845. S. 32.

98. Philippi, die Vegetation am Aetna (*Linnaea*, 7. p. 727—764).

99. Kotschy, Reise in den cilicischen Taurus, S. 373. 375. 415. Die Niveauangaben sind wahrscheinlich nur Schätzungen. Tchihatcheff's Angabe, dass die Cedern und Tannen am cilicischen Taurus lokal viel höher ansteigen sollten, als

Kotschy die Baumgranze daselbst bestimmt hat, muss unberücksichtigt bleiben, da er seine Angabe später stillschweigend zurückgenommen zu haben scheint (*Asie mineure, Botanique*, 1. p. 309. 504, vergl. 2. p. 494. 496).

100. Forbes, *Travels in Lycia*, Vol. 2. (Jahresbericht f. 1847. S. 27).

101. Molendo (Jahresbericht des Augsburger naturhist. Vereins, Bd. 18, vergl. Jahresbericht im geogr. Jahrb. 2).

102. Grisebach, *Spicil. Florae rumel.* 2. p. 71. 339. 340.

103. *Tchihatcheff, Asie mineure, Botanique*, 2. p. 73. 480. 481. Hier wird die Buchengrenze des pontischen Gebirgs nach des Verf. Messung zu 5540′ (1800^{m}) angegeben: nach K. Koch soll sie daselbst lokal 6380′ (2274^{m}) erreichen (a. a. O. 1. S. 304), aber als obere Grenze der Buchenregion bezeichnet dieser Reisende das Niveau von 5700′ (Jahresbericht f. 1848. S. 363).

104. Schouw (*Dansk. Videnskab. Sels. Skrift.* V. 1: Jahresbericht f. 1849. S. 28). — Im nördlichen Apennin fand Hoffmann die Buchengrenze am Gran Sasso schon bei 5500′ (Geognostische Betrachtungen, S. 60).

105. *Willkomm, Prodr. Flor. hispan.* 1. p. 247; *Boissier, Voyage en Espagne*, 2. p. 575.

106. *Visiani, Flora dalmatica*, 1. p. 14 (Jahresbericht f. 1842. S. 393).

107. Sendtner (Ausland f. 1849, S. 643: Jahresbericht f. 1849. S. 32. 33).

108. *Wahlenberg, Flora Carpatorum*, p. 308.

109. Als östliche Depression der Kastanie könnte man bezeichnen, dass sie in der pontischen Flora und an der Südküste der Krim auf die Uferlandschaften des schwarzen Meers beschränkt sein soll (Tchihatcheff, Ledebour), aber sie wird auch noch in Imeretien und Karabagh erwähnt. Ohne Zweifel ist die Vegetationsperiode dieses Baums kürzer als beim Oelbaum, aber länger als bei der Buche.

110. Sommerwärme von Lissabon 17°,3 (Dove's Temp.-Taf.), von Gibraltar 20°,4 (das.), Malaga 20°,2 (Haenseler bei Boissier, *Voyage en Espagne*), Barcelona 20°,0 (Dove). In Mafra (700′ über Lissabon) beträgt die Sommertemperatur nur 14°,1 (das.), in Madrid (1940′) dagegen 19°,7 R. (das.). Die Jahreswärme von Mafra ist 11°,1, von Lissabon 13°,1 (das.).

111. Schlagintweit, physik. Geographie der Alpen, S. 345.

112. Ob die niedrige Sommertemperatur von Mafra wirklich auf Nebelbildungen beruhe, ist noch weiter zu untersuchen. Der Regenfall des Jahrs ist zwar nicht unerheblich grösser als in Lissabon (hier 25″, in Mafra 40″), aber der Sommer doch fast ebenso regenlos, was freilich die Bildung von Nebeln, die die Erwärmung des Bodens durch die Sonne schwächen, nicht ausschliesst. In den drei Sommermonaten betrug der Niederschlag in Lissabon 10,5 in Mafra 13,4 Linien (Dove, klimatol. Beiträge, 1. S. 114).

113. Jahresbericht f. 1842. S. 390. Die alpine Flora der Sierra Nevada mischt sich nach folgenden 6 Kategorien: endemische Pflanzen dieses Gebirgs, spanische Arten, südeuropäische Gebirgspflanzen, klimatisch indifferente Arten der Mediterranflora, mit Mittel- und Nordeuropa gemeinsame Gewächse, und endlich Glieder der arktisch-alpinen Flora.

114. *Boissier, Voyage en Espagne*, Vol. 1: Jahresbericht f. 1845. S. 25.

115. *Martins, du Spitzberg au Sahara.* Deutsche Ausgabe, 2. S. 261. — Mont Ventoux das. S. 125.

116. Link (Bot. Zeitg. 6. S. 667, Jahresbericht f. 1848. S. 360).

117. *La Marmora, itinéraire de l'ile de Sardaigne*, 1. p. 431. — *Tenore, essai sur la géographie physique et botanique du royaume de Naples.*

118. *Scuderi, dei boschi dell' Etna (Atti dell' Accademia Gioenia*, 1.).

119. Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 260. 302.

120. Das. 2. S. 158. 187. Die problematische, höhere Buchengrenze am Nidgé (5540′ S. 168) ist unberücksichtigt gelassen, die alpine Region am Peristeri jetzt auf die wirkliche Baumgrenze, nicht wie früher auf die untere Grenze von *Juniperus nana* bezogen.

121. Das. 1. S. 302.

122. Spruner (Regensb. Fl. 1842. S. 636: Jahresbericht f. 1842. S. 394).

123. Unger, Ergebnisse einer Reise in Griechenland, S. 66. 89. 121.

124. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 80.

125. Koch, Wanderungen im Orient, Bd. 2, vergl. Jahresbericht f. 1848. S. 363.

126. Wagner, Reise nach dem Ararat, vergl. Jahresbericht das. 367.

127. *Tchihatcheff, Asie mineure, Botanique* 1. p. 285. Die Schneegrenze des Argäus wird hier, jedoch nur provisorisch auf 3400^{m} gesetzt. Dies entspricht den Schätzungen Wagner's über die Schneelinie in West-Armenien, wogegen sie weiter ostwärts und in grösserem Abstande vom Meer bedeutend elevirt ist, am Ararat sogar bis zu 13300′ (Jahresbericht f. 1848. S. 365).

128. Das. p. 218. Der Südwest herrschte in den Monaten Juli bis September, also zu der Zeit, wo die alpine Flora sich entwickelt, ununterbrochen, und da die Axe des cilicischen Taurus von Südwest nach Nordost gerichtet ist, kommt der Wasserdampf dieses Seewindes erst weiter ostwärts gelegenen Gebirgszügen zu Gute.

129. Das. p. 299.

130. Unger und Kotschy, Cypern, S. 111. 263.

131. Radde (in Petermann's Mittheilungen f. 1867. S. 92: Jahresbericht im geogr. Jahrbuch Bd. 2).

132. Wagner (Augsburger Zeitung f. 1843. nr. 47: Jahresbericht f. 1843. S. 13); Engelhardt und Parrot (*Mém. de l'acad. de Pétersb.* 1841, p. 383: Jahresbericht f. 1841. S. 420).

133. Allgemein verbreitete Monotypen: eine Leguminose: *Spartium;* 2 Cruciferen: *Carrichtera, Calepina;* 1 Primulacee: *Coris;* 1 Convolvulacee: *Cressa;* 1 Labiate: *Rosmarinus;* 6 Synanthereen: *Gatyona, Zazintha, Geropogon, Notobasis, Tyrimnus, Diotis.*

134. Monotypen, die einzelne Abschnitte des Gebiets verknüpfen: *Pentapera* (Ericee in Sicilien und Cypern), *Apteranthes* (Asclepiadee an vier Standorten beobachtet, auf den beiden kleinen Inseln Lampedusa und Linosa zwischen Sicilien und Tunis, sodann bei Oran in Algerien und an der gegenüberliegenden spanischen Küste bei Almeria), *Fontanesia* (Oleinee in Syrien, Cilicien, Pamphylien und Sicilien), *Callipeltis* (Rubiacee im Orient und in Spanien und Nordafrika), *Lonas* (Synantheree in der süditalienischen Provinz Terra d'Otranto, in Sicilien und Marokko).

134^{a}. »*Ma manière de voir qui résultait des faits connus à l'époque de ma publication doit être modifiée, puisque depuis, ainsi qu'il m'en informe dans ses lettres, M. Rein a retrouvé l'Apteranthes dans l'intérieur du Maroc, où il croît sur des rochers calcaires dans plusieurs localités, mais assez isolément (entre* 800 *mètres et* 1,200 *mètres d'altitude au-dessus de la mer).*« —

Note zu tome I pag. 496 der französischen Ausgabe der »V. d. E.« (1875).

135. Die Verhältnisszahlen zwischen der Anzahl der endemischen Pflanzenarten eines Landes und der in Quadratmeilen ausgedrückten Grösse desselben bieten das einfachste Mittel, die Anordnung und Ergiebigkeit der Vegetationscentren zu vergleichen. Ich schätze den zum Mittelmeergebiet gehörenden Raum (meist nach den in Behm's geograph. Jahrbuch Bd. 1 enthaltenen Angaben) auf etwa 33500 deutsche Quadratmeilen und theile denselben in folgende Hauptabschnitte: 1. Spanien, Portugal und 8 Départements von Frankreich; 2. Nordafrika bis zur Grenze der Sahara; 3. Sardinien und Korsika; 4. Italien und Sicilien; 5. von der griechischen Halbinsel die Küstenlandschaften von Illyrien und Dalmatien, Albanien, Macedonien, Thracien, Thessalien, Griechenland und den Archipel nebst den jonischen Inseln und Kreta; 6. von Kleinasien die Hälfte, von Syrien $^1/_7$ und dazu noch Cypern. Der Katalog meiner Sammlung enthält aus den einzelnen Abschnitten die in der folgenden Uebersicht zusammengestellten Summen von Arten, die dieselben entweder ausschliesslich bewohnen oder ihre Grenzen nur wenig überschreiten:

1. Spanien (Portugal bis Nizza) 11000 □Meilen. 782 Arten ($^1/_{13}$).
2. Atlasküste. 6000 □M. 335 A. ($^1/_{18}$).
3. Sardinien und Korsika. 600 □M. 72 A. ($^1/_8$).
   Sardinien allein. 440 □M. 9 A. ($^1/_{50}$; mit Berücksichtigung von mir unbekannten 12 Moris'schen Arten $^1/_{20}$).
   Korsika allein. 160 □M. 32 A. ($^1/_5$).
   Beiden Inseln gemeinsam: 32 A.
4. Italien von den Alpen bis Sicilien. 4930 □M. 207 A. ($^1/_{25}$).
   Sicilien allein. 530 □M. 87 A. ($^1/_6$).
   Festland von Italien (mit Einschluss der bis Sicilien verbreiteten Arten). 4400 □M. 120 A. ($^1/_{36}$).
5. Griechische Halbinsel. 4740 □M. 479 A. ($^1/_{10}$).
   Illyrisch-dalmatische Küste. 390 □M. 45 A. ($^1/_8$).
   Türkischer Antheil (unvollständig erforscht). 3120 □M. 160 A. ($^1/_{26}$).
   Griechenland: Festland und Inseln. 1075 □M. 191 A. ($^1/_6$).
   Kreta. 155 □M. 83 A. ($^1/_2$).
6. Anatolisch-syrischer Antheil. 6220 □M. 831 A. ($^1/_7$—$^1/_8$).
   Anatolien. Pontus. } 5000 □M. { 651 A. } ($^1/_7$).
   Syrien. 950 □M. 109 A. ($^1/_9$).
   Cypern. 170 □M. 10 A. ($^1/_{17}$).

Die Summe sämmtlicher endemischen Pflanzen des Katalogs (etwa 2700) verhält sich demnach zu der Oberfläche des Mittelmeergebiets so, dass auf etwa 23 Quadratmeilen eine Art kommt ($^1/_{13}$), wogegen die Gesammtflora (7000) der Proportion von 5 Quadratmeilen auf eine Art entsprechen würde ($^1/_5$).

136. Ueber das Verhältniss von Kreta zu Cypern vergl. meinen Bericht im geogr. Jahrb. 2. S. 203.

137. Endemismus in Spanien. Von den 782 endemischen Arten des Katalogs gehören 577 zu 11 Familien, die im Verhältniss zu ihrer Gesammtzahl folgende Reihe bilden: Synanthereen (16 Procent), Leguminosen (12 Pr.), Cruciferen (8 Pr.), Scrophularineen (7 Pr.), Caryophylleen (7 Pr.), Labiaten (5 Pr.), Umbelliferen (fast 5 Pr.), Gramineen (4 Pr.), Cistineen (fast 4 Pr.), Liliaceen (über 3 Pr.), Plumbagineen (3 Pr.). Die grössten Gattungen, nach der Zahl der endemischen Arten geordnet,

sind folgende: *Linaria* (33); *Centaurea* (23); *Helianthemum* (20); *Ononis*, *Silene*, *Thymus*, *Armeria* (13); *Saxifraga*, *Statice* (11); *Genista*, *Astragalus*, *Dianthus*, *Arenaria*, *Teucrium*, *Senecio*, *Narcissus* (10); *Ulex*, *Cistus*, *Sisymbrium* (9). Die 18 monotypischen Gattungen sind im Texte erwähnt: *Prolongoa*, deren Verhältniss zu anderen Chrysanthemeen mir nicht klar ist, wurde ausgeschlossen.

138. *Durieu*, *excursions in the mountains of Asturias* (in *Hooker's Companion to the Bot. mag.* 1. p. 213).

139. Endemismus im mediterranen Nordafrika. Von den 335 endemischen Arten des Katalogs gehören 244 zu 10 Familien, die folgende Reihe bilden: Synanthereen (20 Procent), Leguminosen (13 Pr.), Cruciferen (8 Pr.), Labiaten (7 Pr.), Umbelliferen (5 Pr.), Caryophylleen, Gramineen und Liliaceen (4 Pr.), Scrophularineen (3 Pr.), Cistineen (über 2 Pr.). Zu den grössten Gattungen gehören folgende: *Ononis* (10), *Centaurea*, *Silene* (9), *Sinapis* (7), *Erodium*, *Galium*, *Carduncellus* (6), *Astragalus*, *Linum*, *Linaria*, *Thymus*, *Campanula*, *Atractylis*, *Pyrethrum*, *Scilla* (5). Von den monotypischen Gattungen wurden *Kremeria* und *Ludovicia* ausgeschlossen, weil erstere auf *Muricaria*, letztere auf *Hammatolobium* von Bentham und Hooker zurückgeführt worden sind, aber als charakteristische, meist auf den klimatischen Zusammenhang mit dem Orient hinweisende Gattungen können noch folgende bezeichnet werden: die Leguminosen *Hammatolobium*, *Ebenus*, die Cruciferen *Vella*, *Savignya*, *Zilla*, *Muricaria*, die Synanthereen *Zollikoferia*, *Kalbfussia*, *Spitzelia*, *Catananche*, *Othonna*, *Cladanthus*, *Anvillea*, die Conifere *Callitris*, die Aroidee *Ischarum*, die Gramineen *Ammochloa* und *Anthistiria*.

140. Endemismus der Balearen. Die Flora dieser Inselgruppe, welche 87 g. Quadratmeilen misst, anthält bei Cambassèdes (*Enumeratio plantarum ins. Balear.* in *Mém. Mus.* T. 14) 664 Gefässpflanzen, von denen 8 Arten nur hier gefunden sind, ausser den im Text genannten *Brassica balearica*, *Helianthemum Serrae*, *Helichrysum Lamarckii*, *Crepis Triasii*, *Origanum majoricum* und *Leucojum Hernandezii*.

141. Endemismus auf Korsika und Sardinien. Unter den 72 diesem Inselpaar eigenen Pflanzen des Katalogs sind die einzigen Familien mit einer grösseren Reihe von Arten die Labiaten (9 A.), die Synanthereen (8 A.) und die Cruciferen (6 A.). In den meisten Fällen sind die endemischen Pflanzen nur einzelne Arten von grösseren Gattungen und regellos über die Reihe der Familien vertheilt, nur in 7 Gattungen finde ich 2, in einer einzigen (*Armeria*) 4 endemische Arten. Die 4 Labiaten mit kleinen Blattorganen sind: *Mentha Requienii* (Korsika), *Micromeria filiformis* (Korsika und Balearen), *Melissa glandulosa* und *Acinos corsicus* (Korsika und Sardinien), die 3 anderen kleinblätterigen Pflanzen (mit den beiden Monotypen) sind im Texte genannt, ebenso die endemischen Holzgewächse. In Moris *Flora sardoa*, in welcher die Dikotyledonen bis jetzt vollendet sind, finde ich noch etwa 12 einigermaassen sicher gestellte, aber mir unbekannte endemische Arten: eine kleinblätterige Labiate (*Micromeria cordata Mor.*) wird daselbst von der variablen und weit verbreiteten *Micromeria microphylla* unterschieden und ist weiter zu vergleichen.

142. Als Beispiele von endemischen Pflanzen auf kleinen Inseln werden erwähnt: *Daucus lopedusanus* auf Lampedusa, *Linaria Caprariae* auf Capraja und Elba.

143. Endemismus in Italien. Von den 207 endemischen Arten des Katalogs gehören 156 zu 12 Familien, die folgende Reihe bilden: Synanthereen (18 Procent), Leguminosen (13 Pr.), Cruciferen (9 Pr.), Umbelliferen (8 Pr.), Gramineen (6 Pr.),

Ranunculaceen (5 Pr.), Liliaceen (4 Pr.), Caryophylleen (mehr als 3 Pr.), Scrophularineen (3 Pr.), Labiaten, Rubiaceen und Plumbagineen (fast 3 Pr.). Grössere Gattungen sind: *Ranunculus* und *Anthemis* (6); *Senecio* (5); *Vicia, Medicago, Brassica, Calendula, Helichrysum, Allium* (4). Die Holzgewächse sind im Texte erwähnt: Regel zog zu *Alnus cordifolia* auch die kaukasische *A. subcordata*, was mir weiterer Bestätigung zu bedürfen scheint, und, wenn es richtig wäre, aus der Reihe der endemischen Pflanzen Italiens den einzigen Baum ausschliessen würde. Von den speciellen Centren enthält der Katalog 3 Aetna-Pflanzen (*Galium, Senecio, Festuca*, der Speciesname vom Aetna entlehnt), 4 vom apuanischen Apennin (*Silene lanuginosa, Santolina pinnata, Carradoria* und *Avena villosa*), 5 von Ligurien (unter denen die ausgezeichnete *Saxifraga florulenta* jedoch vielmehr den Seealpen angehört), 13 aus Unteritalien und 17 aus den Abruzzen. Wie im ganzen Mittelmeergebiet habe ich fast ausnahmslos nur solche Arten berücksichtigt, die ich durch Autopsie kennen lernte. Das häufige Streben der systematischen Botaniker, in ihrem Wohnbezirk Neues aufzufinden und zu unterscheiden, gestattet selten, die Literatur zu geographischen Vergleichungen zu benutzen. So haben die ausgezeichnetsten italienischen Botaniker in ihren Lokalfloren viele Arten beschrieben, welche Bertoloni, der in der entgegengesetzten Richtung zu weit ging, nicht anerkannte. Beispielsweise erwähne ich, dass de Notaris (*Prospetto della Flora ligustica*) 20 neue Arten aus den ligurischen Centren beschreibt, unter denen einige, wie er selbst anführt, mit Kulturpflanzen eingeschleppt, andere, die ich kenne, auf diese Küste nicht beschränkt oder als Varietäten zu betrachten sind, womit denn freilich nicht gesagt sein soll, dass nicht auch Wichtiges und Eigenthümliches darunter enthalten sein mag.

144. Endemismus der griechischen Halbinsel. Von den 479 endemischen Arten des Katalogs gehören 372 zu folgenden 11 Familien: Synanthereen (18 Procent), Caryophylleen (9 Pr.), Labiaten (mehr als 8 Pr.), Leguminosen und Umbelliferen (fast 8 Pr.), Cruciferen (7 Pr.), Campanulaceen (6 Pr.), Scrophularineen (5 Pr.), Rubiaceen (4 Pr.), Liliaceen (mehr als 3 Pr.), Borragineen (3 Pr.). Mit Italien verglichen, ergiebt sich also deutlich eine erhebliche Zunahme der Caryophylleen, Labiaten und Campanulaceen; eine Abnahme der Leguminosen tritt beiden westlichen Halbinseln gegenüber ein, wogegen Spanien mit seinen zahlreicheren Caryophylleen und Labiaten in der Mitte steht, aber in den Campanulaceen ebenfalls zurücktritt. Die grössten Gattungen sind: *Centaurea* (25), *Dianthus* (20), *Campanula* (19), *Silene* (13), *Stachys* und *Galium* (12), *Trifolium, Verbascum* und *Achillea* (8), *Saxifraga* (7), *Erysimum, Senecio, Crocus, Allium* (6). Beispiele charakteristischer Arten in den einzelnen Centren als Zusätze zu den im Texte erwähnten: in Dalmatien *Seseli tomentosum* und *globiferum, Pyrethrum cinerarifolium, Moltkia petraea* (*Lithospermum A. DC.*), letztere bis Montenegro; auf den Gebirgen Macedoniens *Silene Asterias, Viscaria atropurpurea, Alkanna* (2), *Betonica scardica* (bis Serbien), *Tephroseris procera*; in Griechenland *Ebenus Sibthorpii, Hymenonema graecum, Aristolochia microstoma, Merendera attica;* in Kreta *Ricotia cretica, Cynoglossum sphacioticum, Anchusa caespitosa, Symphyandra cretica, Ammanthus* (2), *Chionodoxa* (2).

145. Endemismus in Anatolien und Syrien. Von den 816 endemischen Arten des Katalogs gehören 679 zu folgenden 12 Familien: Synanthereen (13 Procent), Leguminosen (ebenfalls 13 Pr.), Caryophylleen und Labiaten (9 Pr.), Umbelliferen (8 Pr.), Cruciferen (7 Pr.), Scrophularineen (fast 5 Pr.), Borragineen (fast 4 Pr.), Rubiaceen (über 3 Pr.), Campanulaceen, Liliaceen und Gramineen (3 P.). Die klima-

tische Analogie mit Spanien ist also in den Leguminosen, mit Griechenland in den Caryophylleen und Labiaten ausgesprochen. Die grössten Gattungen sind folgende: *Centaurea* (25), *Silene* (22), *Astragalus* (20), *Trifolium*, *Hypericum*, *Galium* und *Campanula* (17), *Anthemis* (15), *Dianthus* und *Salvia* (13), *Trigonella*, *Verbascum* und *Stachys* (12), *Arenaria* (11), *Senecio* (10), *Alyssum* und *Marrubium* (9), *Onobrychis*, *Bupleurum*, *Nepeta* und *Allium* (8). Ausser den im Texte angeführten Monotypen sind noch mehrere (5) Umbelliferen als besondere Gattungen unterschieden, die jedoch von Bentham und Hooker nicht anerkannt werden. Als charakteristische Gattungen sind noch folgende den schon genannten hinzuzufügen: für Anatolien *Ebenus*, *Acanthophyllum*, *Ricotia*, *Heldreichia*, *Aethionema*, *Bupleurum*, *Hasselquistia*, *Prangos*, *Wiedemannia*, *Sideritis*, *Alkanna*, *Moltkia*, *Onosma*, *Asyneuma* (*Phyteuma sp. auct.*), *Helichrysum*, *Achillea*, *Acantholimon*, *Crocus*, *Chionodoxa*, *Nephelochloa*, *Colpodium*; für Syrien und Cilicien *Hammatolobium*, *Ceratocapnos*, *Zosimia*, *Polylophium*, *Ainsworthia*, *Turgenia* (*Lisaea* und *Turgeniopsis*), *Tordylium* (*Synelcosciadium*), *Prangos* (*Meliocarpus*), *Coriandrum* (*Keramocarpus*), *Munbya*, *Trachelium*, *Michauxia*, *Cousinia*.

146. Prior (früher Alexander) in *Ann. nat. hist.* 17. p. 124, vergl. Jahresbericht f. 1846. S. 25.

147. Ein Verzeichniss von Pflanzen der griechischen Halbinsel, die übrigens endemisch sich bis zum südlichen Ungarn oder Croatien verbreiten, enthält über 30 Arten, die jedoch grösstentheils (durch * bezeichnete) Gebirgspflanzen oder doch von der warmen Region ausgeschlossen sind. Charakteristische Beispiele: *Astragalus chlorocarpus**, *Tilia argentea**, *Silene Lerchenfeldiana**, *Moehringia pendula**, *Cardamine carnosa**, *Aurinia sinuata** und *macedonica* (*A. saxatilis Spicil. rum., non Auct.*), *Bruckenthalia spiculiflora**, *Acanthus longifolius*, *Verbascum leiostachyum**, *Symphytum ottomanum**, *Thymus acicularis**, *Campanula lingulata**, *macrostachya** und *divergens**, *Comandra elegans*, *Gymnadenia Friwaldii**, *Tamus cretica*, *Sesleria marginata**. Zwei ausgezeichnete Beispiele der Verbindung Griechenlands mit den Steppen des Orients sind *Bongardia chrysogonum* und *Morina persica*.

148. Beispiele von nordafrikanisch-sicilischen Pflanzen, von denen ich gegen 30 Arten zähle; *Rhus pentaphyllum* und *dioecum*, *Euphorbia Bivonae*, *Saponaria depressa**, *Polycarpon Bivonae*, *Thlaspi luteum*, *Ranunculus spicatus* (*R. rupestris Guss.*), *Eryngium triquetrum*, *Magydaris tomentosa* (auch Sardinien), *Teucrium pseudoscorodonia*, *Helminthia aculeata*, *Carduncellus pinnatus*, *Microlonchus tenellus*, *Lonas inodora*, *Anthemis punctata*, *Scabiosa parviflora* (*S. dichotoma Ucr.*), *Iris mauritanica*, *Festuca caerulescens*, *Melica Cupani*, *Gastridium scabrum* und *nitens*.

149. Verzeichniss der Steppenpflanzen, welche in Spanien wiederkehren, mit Angabe der intermediären Standorte, so fern solche bekannt geworden sind: I. 24 monokarpische Kräuter (22 einjährig, 2 zweijährig): *Trigonella polycerata* (Provence, Ungarn), *T. pinnatifida*; *Silene conoidea* (Südfrankreich, Ligurien, mit Getraide in Belgien angesiedelt), *Cerastium perfoliatum* (Griechenland), *C. dichotomum*, *Minuartia montana*, *Queria hispanica* (Serbien, Griechenland), *Mollugo Cerviana* (Griechenland, mit Getraide in den Tropen bis zum Kap); *Helianthemum villosum* (nahe verwandt mit dem mediterranen *H. niloticum*); *Meniocus linifolius* (illyrischer Fundort nicht bestätigt), *Lepidium perfoliatum* (zweijährig, von den Steppen bis Galizien, Ungarn, Serbien und zum Archipel), *Sisymbrium runcinatum Lag.*; *Lagoecia cuminoides* (Macedonien, Griechenland); *Veronica digitata* (Thracien); *Rochelia stellulata*

(Ungarn, Thessalien), *Echinospermum patulum*, *Lycopsis orientalis*; *Salvia pinnata* (zweijährig), *Ziziphora tenuior*; *Callipeltis Cucullaria*; *Matricaria aurea* (*Cotula L.*: auch Sahara); *Campanula fastigiata Duf.*; *Plantago Loeflingii*; *Scleropoa memphitica* (Thracien). — II. 7 perennirende Kräuter: *Astragalus alopecuroides* (Dauphiné: Identität festzustellen); *Zygophyllum Fabago* (Sardinien); *Peganum Harmala* (Neapel, griechische Halbinsel bis Ungarn); *Gypsophila Struthium* (die spanische Pflanze von Willkomm als *G. hispanica* unterschieden, die Art der kontinentalen *G. fastigiata* nahe verwandt); *Orobanche cernua* (Südfrankreich, auch auf *Artemisia campestris*); *Eurotia ceratoides* (Unterösterreich); *Arundo hispanica* (*Phragmites Ns.*, vielleicht klimatische Varietät).

150. Cosson (*Bullet. de la soc. botanique de France*, 1856. *Mars*). An meinen Exemplaren der Ceder vom Atlas messen die Nadeln 6—8‴, an denen vom cilicischen Taurus 7—10‴.

151. J. Hooker (*Journ. Linn. soc.* 8. p. 145: Bericht im geogr. Jahrbuch, 2. p. 200). Die spätere Nachweisung von *Pinus Peuce* auf dem Kom (S. 316) ist Pancic gelungen.

152. *A. de Candolle, Géographie botanique*, p. 614. 640. — *Gussone* (das. p. 707).

153. Berthelot's handschriftliche Bemerkung zu *Erigeron ambiguus* (im Göttinger botanischen Museum) lautet: »*cette Composée, qui a quelques rapports avec les Conyza, est devenue très commune sur toutes les côtes de Ténériffe après le dernier ouragan.*«

154. Mit der Reiskultur haben sich namentlich Cyperaceen angesiedelt und in die Sümpfe des Landes ausgebreitet. Aehnlichen Ursprungs ist daselbst *Euphorbia hypericifolia* (*E. Preslii Guss.*) und die in den Sümpfen von Bientina beobachteten Pflanzen, welche die italienischen Botaniker für eigenthümlich hielten, lassen sich ebenfalls auf exotische Arten zurückführen, *Hypericum blentinense* auf das nordamerikanische *H. mutilum*; *Scirpus squarrosus* (*Fimbristylis V.*) ist tropisch, *S. Cionianus* (*Fimbr. Savi*) ist noch nicht sicher identificirt.

155. Schouw, die Erde, die Pflanzen und der Mensch (Jahresbericht f. 1851. S. 31). Das von Presl behauptete Vorkommen von *Cyperus polystachyus* in Sicilien hat sich nicht bestätigt (*Parlatore, Fl. ital.* 2. p. 25).

IV. Steppengebiet.

1. Humboldt (Centralasien; deutsche Ausg. 1. S. 536) nimmt 76′ an; nach neueren Berechnungen beträgt die Depression des kaspischen Meers 80′ (Peterm. Mitth. 1861. S. 438).

2. Durchschnittliches Niveau der asiatischen Tafelländer (nach Humboldt a. a. O. 2. S. 383; 1. S. 136): Kleinasien 3000′; Armenien 6000′; Persien 4000′; Afghanistan 6000′; Kelat in Beludschistan 7800′; Gobi 4000′.

3. Das Plateau von Dapsang (16420′) im Bereiche des Künlün und Karakorum wird von Schlagintweit als das höchste von Asien bezeichnet (Sitzungsber. der Münchener Akad. f. 1861: Höhenverhältnisse Indiens und Hochasiens, S. 14).

4. Dove, Verbreitung der Wärme; Karte der Monats-Isothermen.

5. Schmid, Meteorologie, S. 509 (nach Maury). Indessen werden auch die Azoren (37—40°) noch von dem Sommerpassat beeinflusst.

6. Die Winterkälte beträgt in Cherson am Dnjepr — 2°, in Astrachan — 6°, in Orenburg — 13° (Dove, Temperaturtafeln, S. 36). Die Temperaturextreme liegen in der Kirgisensteppe und in Chiwa, wo eine Kälte von — 35° beobachtet worden ist, fast ebenso weit aus einander (Middendorff's Reise IV. 1. S. 355).

7. Borsczow, die Natur des aralokaspischen Flachlandes (Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschr. 1. S. 276).

8. *Fischer* u. *Meyer*, *enumeratio plantarum a Schrenk lectarum* (Jahresbericht f. 1841. S. 422).

9. Borsczow, a. a. O. S. 273—293.

10. In Askania nova im Gouv. Taurien betrug der mittlere Jahreswerth der atmosphärischen Niederschläge nur 6″, die sich auf nur 47 Tage vertheilten (Teetzmann in Baer und Helmersen, Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 11: Jahresbericht f. 1846. S. 3).

11. Petermann, Mitth. 1868. S. 404.

12. Schrenk, Reise zum Alatau (Baer u. Helmersen, Beiträge, 7.: Jahresbericht f. 1846. S. 30).

13. Struve (bei Borsczow a. a. O. S. 129).

14. Petermann, Mitth. 1868. S. 79.

15. Baer, kaspische Studien, S. 26 (*Bullet. phys. mat. St. Pétersb.* 1855).

16. Guebhard (*Biblioth. de Genève*, 1849: Jahresbericht f. 1849. S. 35).

17. Czerniajew (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 18. 2. p. 132: Jahresbericht f. 1845. S. 9). Ruprecht (*Bullet. St. Pétersb.* 1866) hat die ausführlichsten Nachrichten über den Tschernosem Russlands mitgetheilt; er leitet diese Humusablagerung von der heutigen Vegetation ab: allein weder die Bedingungen einer solchen Torfbildung scheinen vorhanden zu sein, noch stehen die Ergebnisse der chemischen Analyse mit Humusbildungen der Gegenwart in Uebereinstimmung.

18. Blasius, Reise im europäischen Russland, 2. S. 222. 264. 297. 313.

19. Claus (in den Beiträgen zur Pflanzenkunde des russischen Reichs. Lieferung 8: Jahresbericht f. 1851. S. 2).

20. Lehmann, Reise nach Buchara und Samarkand (Baer u. Helmersen, Beiträge, Bd. 17: Jahresbericht f. 1852. S. 28).

21. Basiner, Reise durch die Kirgisensteppe nach Chiwa (Baer u. Helmersen, Beiträge, Bd. 15: Jahresbericht f. 1840. S. 370). Nach Kämtz's Berechnung beträgt die Januarwärme in Chiwa — 3°,7, die des Juli 24°,3. In meinem Berichte über Basiner's Reise ist das Klima der asiatischen Wüstenzone, wie dies häufig geschehen, noch als regenlos aufgefasst, was ich nach den Nachrichten über ihren Schneefall zu berichtigen hatte.

22. Abich, meteorologische Beobachtungen in Transkaukasien (*Bullet. St. Pétersb. Sc. phys.-mathém.* 9. p. 23: Jahresbericht f. 1851. S. 33). Auf Abich's Forschungen beruht die im Texte ausgeführte Darstellung des Klimas von Transkaukasien und Armenien.

23. Bezeichnende klimatische Werthe aus dem Kurgebiet und Schirwan:

Tiflis (42° N. B. Niveau: 1300′).

Temperatur des Winters + 1°
- - Sommers + 19° } (Dove, Temperaturtafeln).

Niederschlag 20″
Feuchteste Monate: März-September } (Dove, klimatol. Beitr., S. 138).

Baku (40° N. B. am kaspischen Meer):

Temp. des Winters + 3° (Wesselowski bei Baer im *Bull. St. Pétersb.* 1859.
- - Sommers + 20° p. 173).

Niederschlag 13″
Feuchteste Monate: September-April } (Dove, klimatol. Beitr. a. a. O.).

24. C. Koch, Wanderungen, 3. S. 286 (Jahresb. f. 1848. S. 369).

25. Dove, klimatol. Beiträge a. a. O.

26. Häntzsche (Virchow's Archiv f. 1862).

27. Baer, Dattelpalmen an den Ufern des kaspischen Meers (*Bullet. St. Pétersb.* 1859).

28. Beispiele von Höhenmessungen auf der anatolischen Hochebene (nach Kiepert's Karte von Kleinasien): Siwas (am obereren Kisil-Irmak): 3700′; Karahissar (am Fuss des Argäus): 3750′; Salzsee von Kotschhissar (Depression im Süden von Angora): 2600′; Kiutahia (südöstlich vom Olymp): 2800′; See von Egirdir (am nördlichen Fuss des westlichen Taurus): 2700′.

29. Die Winterkälte betrug in Kaisaria (im Niveau von 3680′) + 1°,7, die Sommerwärme 17°,2; die Zahl der Regentage wurde auf 69 geschätzt (Tchihatcheff, *Asie mineure*, 2. S. 185: vergl. über das Klima von Madrid Mittelmeergebiet, Note 11).

30. *Spratt* u. *Forbes, travels in Lycia. Botany.* (Jahresb. f. 1847. S. 26).

31. Zu den höchsten Gipfeln im nördlichen Armenien gehören der Ararat (16250′) und der Alages (12880′), beide durch den Thaleinschnitt des Araxes getrennt; weiter östlich erhebt sich in Aserbeidschan der Sawalan-Dagh (12200′) noch fast ebenso hoch wie der Alages (Angaben nach Kiepert's Karte der Kaukasusländer). Die Depressionen der drei grossen Landseen liegen kaum tiefer als das mittlere Niveau der Hochebenen von Armenien und Aserbeidschan, der Goktschai 5500′, der Wan 5180′ und der Urmia 4000′ (das.).

31ª. Die Höhe des Sawalan ist neuerdings durch die russische Triangulation Transkaukasiens zu 14817′ bestimmt. (*Kiepert, in lit.* 1872).

[Zusatz im Handexemplare des Verfassers].

32. C. Koch, a. a. O. 2. S. 354. 255.

33. M. Wagner, Reise nach dem Ararat: Jahresbericht f. 1848. S. 366. 317.

34. Buhse (*Bullet. St. Pétersb.* 7: Jahresbericht f. 1848. S. 368).

35. Die Winterkälte beträgt in Erzerum — 4°,7, die Sommerwärme 17° (Dove, Temperaturtafeln, S. 39). In der tiefer gelegenen Stadt Gumri (Alexandropol, 4500′) wurde die Winterkälte — 5°,2, die Sommerwärme 15°,1 gefunden: die Höhe des Niederschlags betrug 17″ (Abich a. a. O.: Jahresbericht f. 1851. S. 39).

36. Abich (*Bullet. St. Pétersb.* 5. p. 321: Jahresbericht f. 1848. S. 364).

37. M. Wagner, Reise nach Persien, 2. S. 289 (Jahresbericht f. 1851. S. 40).

38. Die mesopotamische Wintertemperatur beträgt in Mosul (36° N. B.) 6°,5, in Bagdad (33° N. B.) 7°,8, die des Sommers dort 26°, hier 27°,2 (Dove's Temperaturtafeln, S. 39).

39. *Coffin, winds of the Northern hemisphere* (Schmid, Meteorologie: Taf. zu S. 504).

40. *Auchcr-Eloy, relations de voyage en Orient* (Jahresbericht f. 1843. S. 39); Bunge (Peterm. Mittheil. f. 1860. S. 205).

41. *Ainsworth, researches in Asia minor, Mesopotamia, Chaldea and Armenia* (Jahresbericht f. 1843, S. 38).

42. Das. p. 35.

43. Ritter's Erdkunde, 17. S. 1481.

44. Richter (Ritter's Erdkunde das. S. 1448).

45. Russegger, Reisen, 3. S. 211. 204. 125 (Jahresbericht f. 1847. S. 28).

46. Niveau von Palästina (Peterm. Mittheil. f. 1855. S. 374): Hebron 2740′, Jerusalem 2450′, Nazareth 1030′; Jordanquelle 1200′, See von Tiberias — 700′, todtes Meer — 1235′; Libanon 9030′, Hermon (Antilibanon) 9500′.

47. Die Wintertemperatur in Jerusalem beträgt 7°,4; die des Sommers 19°; der Niederschlag 16″ (Dove im Berliner Monatsber. f. 1867. S. 772: vergl. oben, Mittelmeergebiet, Note 42).

48. Die Gebirge von Judäa erheben sich nicht über 4000′ (Russegger a. a. O.).

49. *Burckhardt, travels*, p. 248.

50. Bei Coffin (Note 39) fehlen die Sommermonate, aber Burckhardt (a. a. O. p. 320) bemerkt ausdrücklich, dass in Syrien auch während des Sommers die Westwinde herrschen, und dies wird von Nardi (Peterm. Mitth. f. 1858. S. 38) für Jerusalem bestätigt. Auf Nardi's Beobachtungen beruht die Angabe über die Dauer der Regenzeit in Palästina.

51. Von den biblischen Gewächsen dienen folgende als Beispiele der Vermischung der syrischen Vegetation mit den Floren des Mittelmeergebiets und der Sahara (*Griffith, catalogue of plants collected in Syria by the United States expedition under Lynch*: Jahresbericht f. 1850. S. 44). Mediterrangewächse sind: der Terebinthenbaum (*Pistacia Terebinthus*), der Ysop (*Capparis spinosa*), der feurige Busch des Moses (*Rubus sanctus*), die Pappel der Genesis (*Styrax officinalis*). An Pflanzen der Sahara und Arabiens sind anzuführen: der Dornstrauch Nebk (*Zizyphus spina Christi*), der Apfel von Sodom bei Josephus (*Calotropis procera*), der Senfbaum (*Salvadora persica*), der Kürbis des Jonas (*Ricinus communis*). Der Balsam von Gilead in der Genesis ist nach dem Standorte *Elaeagnus angustifolia*, die Lilie der Bibel *Lilium chalcedonicum*.

52. Niveaubestimmungen aus Persien: nach Grewingk (Verh. der Petersburger mineralog. Gesellschaft f. 1852: Jahresbericht f. 1852. S. 21) liegen in Westpersien Teheran (36° N. B.) 4200′, Ispahan (32½°) 4400′, Schiras (29½°) 4480′ hoch, in Khorasan Mesched (36°) 3400′. Kerman an der Kohrudkette (29½°) wurde von Goldsmid (*Journ. geogr. soc.* 1867. p. 279) auf 5000′, von Bunge (bei Baer *Mélanges biologiques, Acad. St. Pétersb.* 1859, p. 241) über 6000′ geschätzt. Nach Buhse (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1850: Jahresbericht f. 1850, S. 44) senkt sich die grosse Salzwüste bis 2000′; nach Bunge (a. a. O.) liegt die Oase Chabbis in der Wüste von Kerman kaum 1000′ hoch über dem Meere: von Lenz (Peterm. Mitth. 1860. S. 226) wird deren Niveau indessen doch auf 1400′, das der Oase Tebes auf 1700′ geschätzt.

53. Die wichtigste der persischen Umbelliferen ist diejenige, welche die Asa foetida liefert, und die von den Persern Angusch genannt wird. Buhse (a. a. O.) hat sie z. B. bei Jezd beobachtet und bezeichnete sie als *Ferula Asa foetida*. Sie ist von der gleichnamigen Linné'schen Pflanze verschieden; die letztere ward von Bunge *Scorodosma foeditum* benannt und entspricht der Kämpfer'schen Beschreibung. Borsczow (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* VII. 3) hat hierfür den Beweis geführt, aber

nicht dargethan, dass die Asa foetida vom *Scorodosma* abstamme, vielmehr die Nachricht Bunge's mitgetheilt, dass diese Umbellifere bei Herat massenhaft vorkomme, ohne benutzt zu werden. Berücksichtigt man, dass Kämpfer's Nachrichten sich auf Laristan und Herat beziehen, dass nach Borsczow (S. 14) Buhse's *Ferula* an dem Kämpfer'schen Standorte in Laristan von Luftus aufs Neue gesammelt wurde, und dass Buhse die Gewinnung der Asa foetida von dieser Pflanze behauptet, so ist das Wahrscheinlichste, dass Kämpfer den Irrthum beging, das Scorodosma von Herat für die Ferula von Lar zu halten, und dass diese letztere die wirkliche Mutterpflanze der Asa foetida sei. Hieraus würde sich erklären, dass Kämpfer's Beschreibung und seine Exemplare zu *Scorodosma* gehören, während die Nachrichten über die Gewinnung des Gummiharzes sich auf die Pflanze von Laristan beziehen. — Von den übrigen persischen Umbelliferen, welche Gummiharze liefern, sind sicher ermittelt *Ferula erubescens Boiss.* für das Galbanum und *Dorema ammoniacum* für das Gummi Ammoniacum: ob das Sagapenum von *Ferula Szovitsiana DC.* stamme, ist noch bestimmter nachzuweisen.

54. Behm, geographisches Jahrbuch, 1. S. 61.

55. Die Zahl der Frucht tragenden Dattelpalmen soll in der Oase Chabbis bis über 100000 betragen (Bunge a. a. O. und in Petermann's Mitth. f. 1860. S. 214. 223). Diese Oase, so wie die von Tebes besuchte Bunge selbst: auch in der letzteren zählen die Dattelpalmen nach Tausenden und sind, wie dort, von Orangen begleitet.

56. Niveaubestimmungen aus Afghanistan (*Hooker* und *Thomson, Flora indica*, 1. p. 253): längs der centralen Gebirgskette, von welcher die Solimanberge der Karten nur die Ausläufer der östlichen Contreforts am Indus sind, liegen Kabul (34° N. B.) 6000′, Ghazin ($33^1/_2^0$) 7250′, Quetta (30°) 5200′, Kelat (29°) 7800′ (s. Note 1); die Gebirgskette selbst erreicht Höhen von 9000—13000′, der Gipfel Koh-i-Baba im Hindukusch 15640′ (Bamian am Fusse desselben unter 35° 7900′); in der westlichen Hälfte von Afghanistan wurde das Niveau von Kandahar zu 3200′ bestimmt.

57. Irwine (*Journ. of Asiat. soc. of Bengal*: Jahresbericht f. 1844. S. 46).

58. *Hooker* und *Thomson, Flora indica*, 1. p. 254.

59. Griffith (bei Martius in den Münchener gelehrten Anzeigen: Jahresbericht f. 1842. S. 405).

60. Stocks (*Hooker, Journ. of Botany*, Vol. 4: Jahresbericht f. 1852. S. 62).

61. Das. (Vol. 2: Jahresbericht f. 1850. S. 55).

62. Eigenthümliche Obstbäume in Kabul sind der Sinjet (*Elaeagnus orientalis*) und eine Theophrastee (*Edgeworthia buxifolia*: Irwine, a. a. O.). Von südeuropäischen Früchten werden daselbst namentlich Pfirsiche, Aprikosen, Mandeln, Feigen und Granatäpfel erwähnt (Stocks, a. a. O.). Ueber die Zwergpalme von Attok und Beludschistan (*Chamaerops Ritchieana Griff.*) sagt Hooker (*Fl. indica*, 1. p. 256), dass sie mit der südeuropäischen vielleicht identisch sei, was wegen der unterbrochenen Verbreitung höchst auffallend sein würde. Auch bestätigt sich diese Vermuthung nicht, indem nach Wendland's Untersuchung dieselbe sogar generisch von *Chamaerops* zu trennen ist (*Nannorops Wendl. ined.*).

63. Humboldt, dem hierin die Engländer folgen, unterschied vom Himalaja, als der indisch-tibetanischen Kette, den Künlün: zwischen beiden schalten als besondere Hauptkette die Gebrüder Schlagintweit den Karakorum ein, dessen Pässe Thomson als Botaniker erreicht hat. Von der Flora des Künlün, den nur A. Schlagintweit und Johnson bis jetzt überschritten haben, besitzen wir nur erst dürftige Nachrichten.

64. Die höchsten Gipfel sind der Gaurisankar (Everest) in Nepal 27200′ und der Dapsang im Karakorum 26430′ hoch; der Künlün erhebt sich bis 20640′ (Schlagintweit in Münchener Sitzungsber. f. 1861. S. 19).

65. Thomson (*Hooker, London Journal of Botany*, 7. und *Journal of Botany*, 1.: Jahresbericht f. 1848. S. 385—389).

66. *Gerard* (bei *Royle, Illustrations of the Botany of the Himalayan mountains*).

67. Niveau der beiden Hauptthäler des Indus und Yaru: Wasserscheide in der Nähe des Mansarawur-Sees 14450′ (Schlagintweit a. a. O. S. 14); Leh 10800′ (Ders. in Petermann's Mitth. 1865. S. 235); Hlassa 10950′ (Montgomerie nach der Messung der beiden Punditen, Petermann's Mitth. 1868. S. 289). Am Indus nimmt Hooker (*Flora indica*, 1. p. 216) als Westgrenze der tibetanischen Flora die Gegend von Rondu, etwas unterhalb Iskardo (6750′) an, wo der Coniferenwald beginnt, allein er bemerkt, dass unterhalb Leh der Charakter der Vegetation dem von Sind ähnlicher wird, weshalb ich das Niveau von 10000′ als Scheidepunkt bezeichnet habe. Die Mittelhöhe der ganzen tibetanischen Bodenanschwellung bestimmt Strachey auf 14000′ (*Journ. of geogr. soc.* 1853); das mittlere Niveau der Hochebenen im Karakorum und Künlün beträgt (nach 5 Angaben bei Schlagintweit) etwa 15000′; als mittlere Höhen der Pässe über die Hauptketten rechnet dieser Reisende im indischen Himalaja 16700′, im Karakorum 17500′, im Künlün 16000′. Die obere Grenze des Getraidebaus in Klein-Tibet fand derselbe bei 13800′ (Münchener Sitzungsberichte, 1861, S. 25); in Gross-Tibet reicht das Getraide nach der Messung der Punditen (a. a. O. S. 236) nur bis 13100′. Rüben und Rettige, die letzten Produkte des Ackerbaus, werden nach Hooker in Tibet sogar bis zum Niveau von 14100′ gepflanzt (*Journ. of Botany*, 2.: Jahresbericht f. 1850. S. 50). Das höchste Niveau, wo Bäume fortkamen, wurde zu 12630′ bestimmt (*Populus euphratica* im Klostergarten von Mangnang: Schlagintweit, Münchener Sitzungsber. f. 1865. S. 258), allein Thomson hatte eine Myricarie von baumartigem Wuchs noch bei 13380′ wachsen sehen (s. u. Text), und er beobachtete *Juniperus foetidissima* sogar bis 14075′ (nach der seinen Exemplaren beigelegten Etikette 5000—15000′ englisch). Das höchste, permanent bewohnte Dorf in Tibet, Chushul, liegt 13400′, das Kloster Hanle in Ladak 14184′ hoch (Schlagintweit das. S. 259).

68. In Leh beträgt die Jahreswärme + 5°,4; die des Sommers 12°,7; des Winters — 6°,8 (Schlagintweit, Sitzungsber. a. a. O. S. 235). Die Sommerwärme in Stockholm ist 12°,8; in Alten 9°,5 (Dove's Temperaturtafeln).

69. Nach den Untersuchungen Schlagintweit's (a. a. O. S. 249) nimmt die mittlere Temperatur in Hochasien bei einem Niveauunterschied von 350′ (390′ englisch) um 1° F. ab. Hiernach würde an der Getraidegrenze in Tibet (13800′) eine Sommertemperatur von etwa 8°,7 R. anzunehmen sein.

70. *Moorcroft, travels in the Himalayan provinces* (Jahresbericht f. 1842. S. 404). Noch günstiger, als Moorcroft, stellt Strachey (a. a. O.) den Verlauf der Jahrszeiten zu Leh dar: nach ihm fehlen daselbst die Nachtfröste von Mitte April bis Mitte September, der beständige Frost dauere nur von Anfang November bis Ende Februar.

71. *Moorcroft* (*Quarterly review*, 1838. 1. p. 169): die Gerste wurde in Leh den 18. Mai gesäet, den 12. September geerntet.

72. Hooker (*Flora indica*, 1. p. 215. 227) schloss aus der Feuchtigkeit des Klimas am Brahmaputra, dass das westliche Tibet beträchtlich dürrer sei als das östliche. Diese Meinung schien dadurch unterstützt zu werden, dass nach Turner zu

Schigatse am Yaru im Sommer häufige Regenschauer vorkommen, eine Nachricht, die seitdem durch die Reise der beiden Punditen bestätigt worden ist. Allein, was sie übrigens berichten, beweist, dass das Thal des Yaru noch dürrer ist als das des Indus. Es ist daher eine bemerkenswerthe Thatsache, dass Klimate, die zu den trockensten und feuchtesten der Erde gehören (Tibet und Assam), hier geographisch so nahe zusammengerückt sind.

73. Montgomerie (Petermann's Mitth. 1868. S. 290).

74. Schlagintweit (Petermann's Mitth. 1865. S. 365. 371).

75. Die Nachricht, dass am Yaru der Damastrauch (*Caragana versicolor*) vorkommt und daselbst das einzige Brennholz liefert (*Hooker, Fl. indica*, 1. p. 227), beweist in Verbindung mit einigen anderen spärlichen Angaben, die man bis jetzt über die Vegetation von Gross-Tibet besitzt, die Uebereinstimmung mit dem Indus-Thal in Ladak.

76. Von kultivirtem Obst in Klein-Tibet werden von Moorcroft und Royle erwähnt: Aepfel, Wallnüsse, Pfirsiche, Aprikosen und Sarsin (*Elaeagnus Moorcroftiana*).

77. Johnson (*Journ. geogr. soc.* 1867. p. 30) erwähnt Pappeln am Künlün, aber scheint keinen zusammenhängenden Waldgürtel berührt zu haben, als er die Pässe nach Ilchi zweimal überstieg. Nach Schlagintweit (Note 74) reichen daselbst Wälder aufwärts bis 8500′.

78. *Jacquemont, Voyage dans l'Inde*, 2. p. 298: Jahresbericht f. 1844. S. 49.

79. Schlagintweit (Münchener Sitzungsber. 1861. S. 26).

80. Grisebach, Gramineen Hochasiens (Nachrichten der Göttinger Ges. der Wissensch. f. 1868. S. 65—67). Beispiele der Verbindung mit der kaspischen Steppe sind: *Elymus dasystachys, Schismus minutus, Lasiagrostis splendens, Stipa Szovitsiana;* von diesen wurde *Lasiagrostis splendens* von Thomson noch im Niveau von 15000′ gesammelt, während dieses Gras zugleich am kaspischen Meer vorkommt, ohne in seiner Gestaltung geändert zu sein. Das höchste Niveau, aus welchem eine tibetanische Graminee vorliegt, ist 16900′ (*Poa altaica*, von Thomson gesammelt): ebenso hoch steigt am indischen Himalaja *Festuca ovina var. alpina Gaud.* (von Hooker in Sikkim gesammelt).

81. Niveau der Gobi. Die mittlere Plateauhöhe (Note 2) wurde auf dem Durchschnitt von Kiachta nach Peking von Fuss und Bunge zu 4000′ bestimmt, aber in der Mitte senkt sich hier die Hochebene bis 2400′ (Humboldt, Centralasien, 1. S. 32). Die Hochsteppen von Daurien haben nur ein Niveau von 2000—2800′ (Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, 23. S. 354). Johnson's Höhenmessungen in Khotan (*Journ. geograph. soc.* 1867. p. 31) umfassen 9 Orte in der weiten Ebene zwischen Yarkand und Kiria (78—80° O. L.): als Mittel ergab sich für die Lage der Hauptstadt Ilchi ein Niveau von 4250′, die äussersten Werthe waren 3870′ und 4460′.

82. Humboldt, Centralasien, 1. S. 393. Wie Humboldt selbst über die hier begründete Niveauschätzung von Thianschannanlu in Zweifel blieb, ergiebt sich daraus, dass er Kaschgar im Texte eine Höhe von 2640′, auf seiner Karte von Centralasien dagegen von 3600′ zuschreibt.

83. Humboldt, das. 1. S. 605; Johnson (a. a. O.) p. 6.

84. Walichanow (Erman's Archiv für Kunde von Russland, 21. S. 605—636). Dieser russische Officier kam in der Mitte des September 1858 über den Thianschan

nach Kaschgar und verweilte daselbst bis Anfang März 1859. Seine Daten beziehen sich ohne Zweifel auf den Julianischen Styl und sind hiernach im Texte um 12 Tage zurückverlegt.

85. Johnson (a. a. O. p. 5); Walichanow (a. a. O. S. 606. 616. 620).

86. Turczaninow, Flora der Baikalgegenden (*Bullet. des naturalistes des Moscou:* Jahresbericht f. 1842. S. 398).

87. Timkowski (Reise nach China) erwähnt im Sommer meist nördlicher Winde, im Winter Schnee bei westlicher Luftströmung.

88. Radde, Reise im Süden von Ostsibirien (a. a. O. S. 348—438). In den Thälern der daurischen Plateaus fehlt nach diesem Reisenden der Humus fast gänzlich, der Boden ist mit Geröllen bedeckt. Das Niveau wechselt daselbst zwischen 2000′ und nicht völlig 3000′.

89. Baer, kaspische Studien, S. 123.

90. Willkomm, Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel (Jahresbericht f. 1852. S. 14, wo die sinnreiche Idee des Verfassers noch nicht gewürdigt wurde: später habe ich mich durch Beobachtungen der Formenreihe von *Atriplex hastatum* an der Nordseeküste von deren Annehmbarkeit überzeugt).

91. Basiner (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 2. p. 199: Jahresbericht f. 1843. S. 43; dessen Reise nach Chiwa in den Beiträgen zur Kenntniss des russ. Reichs, 15. S. 93: Jahresbericht f. 1848. S. 373 u. 434).

92. Meine Sammlung enthält gegen 100 Arten von Traganthsträuchern: unter diesen sind 47 aus Persien und Afghanistan, 16 aus Armenien und Kurdistan, 15 aus Anatolien, 5 aus Transkaukasien, 3 aus Syrien, 1 aus der Krim, und 10 aus dem übrigen Südeuropa. Die persischen Arten sind indessen durch die reichen Gaben Bunge's, des Monographen der Gattung *Astragalus*, besser vertreten als die aus den übrigen Gegenden des Orients. Nach einer mündlichen Mittheilung schätzt Bunge die Zahl der ihm bekannt gewordenen Astragalus-Arten aus dem Steppengebiet auf 800 (wobei die wenigen aus anderen Theilen der alten Welt, nicht aber die nordamerikanischen mitbegriffen sind, von denen Asa Gray bereits eine Anzahl beschrieb) meine Sammlung aus dem Steppengebiet enthält 328 Arten.

93. *Ainsworth* (*Journ. geogr. soc.* 9. p. 258).

94. Blasius, Reise im europäischen Russland, 2. S. 274. Gewöhnlich werden nur die Artemisien als Burian bezeichnet, Blasius erwähnt auch *Verbascum*, *Euphorbia*, *Achillea*, Disteln als Gattungen, die zum Brennmaterial benutzt werden.

95. *A. de Candolle*, *Géographie botanique*, p. 541.

95. Teetzmann (in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, 11: Jahresbericht f. 1846. S. 7). Die Gräser, welche in den südrussischen Steppen vorzugsweise die Thyrsa bilden, sind *Stipa pennata* und *St. capillata*.

97. Claus, Lokalfloren der Wolgagegenden (in den Beiträgen zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, 8: Jahresbericht f. 1851. S. 7). Der Verf. erwähnt 8 Arten von Zwiebelgewächsen als charakteristisch für die Wolgasteppen: 3 Tulpen (*Tulipa Gesneriana* roth und in der Blumenfarbe wechselnd, *biflora* weiss und *Biebersteiniana* gelb), 2 Fritillarien (*F. ruthenica* und *minor*), *Scilla sibirica*, *Gagea lutea*, *Bulbocodium ruthenicum;* daneben *Iris aequiloba*.

98. Baer, kaspische Studien, S. 119. 127. 137. 122. 142.

99. Gr. Cancrin (Erman's Archiv f. 1841: Jahresbericht f. 1841. S. 419).

100. Corniess (bei Köppen in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 11: Jahresbericht f. 1846. S. 6). Unter den vorherrschenden Gewächsen der südrussischen Steppe sind auf Corniess's Planzeichnungen folgende Arten besonders bezeichnet (die beigefügten Ziffern beziehen sich auf die im Texte erwähnten drei Bodenklassen): *Festuca ovina* (1), *Stipa pennata* und *capillata* (3), *Triticum cristatum, imbricatum* und *repens* (1, 2), *Koeleria cristata; Carex sp.; Statice tatarica* und *latifolia; Thymus Marschallianus* (1), *Salvia sylvestris* und *nutans; Linosyris villosa, Artemisia austriaca, Pyrethrum millefoliatum, Centaurea Scabiosa, Sonchus asper; Medicago sulcata* (1); *Euphorbia Gerardiana* und *tenuifolia; Dianthus guttatus* und *capitatus; Adonis vernalis.* Nach Teetzman (Note 96) lässt sich das Verhältniss der Individuen in der nogaischen Steppe durch folgende Ziffern ausdrücken: 1000: *Stipa capillata*; 300: *St. pennata*; 140: *Triticum repens, Medicago falcata;* 120: *Artemisia austriaca, Achillea millefolium* und *Gerberiana;* 80: *Vicia Cracca;* 20: *Pyrethrum millefoliatum;* 10: *Linosyris villosa, Inula germanica, Salvia pratensis, Salsola Kali.*

101. Buhse (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1850: Jahresbericht f. 1850. S. 45). Das Weideland am Fusse des Elborus gewährt, nach dem Ausdruck des Reisenden, einen seltenen, überraschenden Anblick auf dem persischen Tafellande.

102. Borsczow (Note 7) S. 273. 107. 288.

103. Schlagintweit (Münchener Sitzungsber. 1861. S. 23). Schneelinie der drei Ketten des Himalaja (in Pariser Fuss und abgerundet):

Nordseite des Künlün 14200′; Südseite - - 14800′; } 14500′;
Nordseite des Karakorum 17450′; Südseite - - 18200′; } 17800′;
Nordseite des indischen Himalaja 16300′; Südseite - - - 15200′; } 15750′.

Die älteren Angaben Hooker's über die Schneelinie des Himalaja (*Journ. of Bot.* 3. p. 27: Jahresbericht f. 1851. S. 43) sind für Tibet noch etwas höher (18300′), für die Südseite der indischen Kette in Sikkim niedriger (13800′). Späterhin jedoch hat Hooker diese Werthe emendirt, indem er für Sikkim (*Fl. ind.* 1. p. 179) 15000′, für Tibet (das. p. 217) etwa 17000′ und an der Südseite des Karakorum 18700′ annimmt.

104. Sommerwärme in Tiflis 18°,8; in Pau 14°,5 (Dove's Temperaturtafeln).

105. Die Gebirge des Steppengebiets bilden, nach der Erhebung ihrer höchsten Gipfel geordnet, folgende Reihe: Alatau 13000′, Hindukusch 15600′, Taurus (Ararat) 16250′, nach andern Angaben 15900′, persischer Elborus 17300′, Kaukasus 17400′, Thianschan 20000′, Himalaja 27200′.

106. Ruprecht (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 1861: Peterm. Mittheilungen, 1862. S. 185). Die angenommene Grenze der Waldregion ist das Mittel aus zwei Angaben (6940′ und 8440′). Auf der von der russischen geographischen Gesellschaft im J. 1868 herausgegebenen Karte des Kaukasus wird die Birkengrenze zu 7800′ (7788′) gesetzt (Peterm. Mitth. f. 1869. S. 57).

107. Radde (Peterm. Mittheilungen, 1867. S. 12. 92: Bericht in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 204): vergl. im Mittelmeergebiet den zu Note 131 (das.) gehörigen Text.

108. Abich (nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 262): Mittel aus den beiden nach der Exposition unterschiedenen Angaben 10300′ und 11300′. Nach der neuen Kaukasuskarte (Note 106) schwankt die Schneegrenze zwischen 8900′ und 11700′: an der Nordseite liegt sie oft mehr als 1000′ höher als an der Südseite.

109. Semenow (Peterm. Mittheil. 1858). Ich habe die hier gegebenen Niveauangaben als mittlere beibehalten: über einige später veröffentlichte, detaillirtere Modificationen vergl. Zeitschr. f. Erdkunde, 1869. Bd. 4 (Ber. in Behm's Jahrb. III).

110. Koch, Reise durch Russland, 2. S. 55 (Jahresbericht f. 1844. S. 32).

111. Daselbst, 1. S. 250.

112. *Pinus Schrenkiana* wird von Ledebour als *P. orientalis var. longifolia* (mit etwa Zoll langen Nadeln) aufgefasst. Es herrschen indessen hier systematische Schwierigkeiten, die ohne erneute Untersuchung unlösbar sind. Schrenk unterschied am Alatau zwei Tannen (Jahresbericht f. 1846. S. 31) und schrieb der einen hängende, der anderen aufrechte Zapfen zu. Die letztere ist *P. Schrenkiana*, die erstere wahrscheinlich die sibirische Tanne (*P. Abies var. obovata:* vergl. Waldgebiet, Note 33). Da nun aber bei *P. orientalis* die Zapfen ebenfalls herabhängen, so müsste *P. Schrenkiana* eine besondere Art sein, wenn man nicht annehmen wollte, dass auch hier derselbe Irrthum stattgefunden habe, den Ledebour nach Middendorff's Versicherung bei *P. obovata* beging. Aber die Unsicherheit über die Richtung der Zapfen ist leicht begreiflich, da, um sie festzustellen, der Reifezustand eingetreten sein muss. Durch Parlatore's Bearbeitung der Coniferen (*De Candolle, Prodromus*, 16. p. 415) ist die Frage nicht aufgeklärt, indem er, Ledebour folgend, *P. obovata* von *P. orientalis* durch aufrechte Zapfen unterscheidet und *P. Schrenkiana* als Spielart der ersteren aufführt. Mir erscheint in Erwägung des Umstandes, dass nach Schrenk zwei verschiedene Tannen am Alatau vorkommen, es doch am wahrscheinlichsten, dass *P. Schrenkiana* zu *P. orientalis* gehöre, und auch Semenow bemerkt, dass diese beiden Tannen sich sehr nahe stehen.

113. Vergl. Mittelmeergebiet S. 303 und Note 75 (daselbst).

114. Bunge, *reliquiae botanicae A. Lehmanni* (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb. Savants étrangers.* 1852: Jahresbericht f. 1852. S. 39).

115. *Ledebour, Flora rossica*, 3. p. 683: die turkomanischen Exemplare von *Juniperus foetidissima W.* (*J. excelsa MB.*) rühren von Karelin her, der hauptsächlich in dem südlich vom Ural gelegenen Theile der Kirgisensteppe sammelte.

116. Schrenk (in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 7: Jahresbericht f. 1846. S. 30).

117. Abich (*Bulletin de l'acad. de St. Pétersburg*, 5.: Jahresbericht f. 1846. S. 28).

118. Hohenacker, Höhenprofil des südwestlichen Persiens (nach Kotschy's Beobachtungen: Jahresbericht f. 1846. S. 27).

119. Abich (*Journ. of the geographical society*, 21. p. 5: Jahresbericht f. 1851, S. 39).

120. *Hooker, Journ. of botany*, 3. p. 180: Jahresbericht f. 1841. S. 442.

121. Lehmann, Reise nach Buchara und Samarkand (Beiträge zur Kenntniss des russ. Reichs, Bd. 17: Jahresbericht f. 1852. S. 34).

122. Beispiele weiter Verbreitung im Steppengebiete vom kaspischen Tieflande bis Persien und Tibet: *Sophora alopecuroides, Cicer songaricum, Caragana pygmaea; Prunus incana, Spiraea hypericifolia, Potentilla bifurca; Geranium collinum; Tetradiclis salsa; Tamarix Pallasii* und *laxa; Hypericum scabrum; Althaea ficifolia; Silene supina, Cerastium davuricum, Holosteum liniflorum; Frankenia pulverulenta; Cleome ornithopodioides; Alyssum hirsutum, dasycarpum* und *obtusifolium, Chorispora tenella, Erysimum sisymbroides, Leptaleum linifolium, Goldbachia laevigata, Sterigma sulfureum; Hyoscyamus pusillus*; *Arnebia cornuta; Marrubium astracanicum, Ziziphora*

clinopodioides; Asperula supina; Campanula Stevenii; Picris strigosa, Acroptilon Picris, Centaurea squarrosa, pulchella und *glastifolia, Artemisia salsoloides, fragrans* und *armeniaca, Achillea micrantha; Cephalaria centauroides; Acantholimon Hohenackeri; Atraphaxis spinosa*; *Anabasis aphylla, Salsola brachiata, Atriplex verruciferum, Ceratocarpus arenarius; Ephedra monostachya; Iris Gueldenstaedtiana; Triticum prostratum, Elymus dasystachys, Bromus crinitus, Glyceria caspia, Schismus minutus, Aristida pungens, Lasiagrostis splendens, Stipa Szovitsiana* und *orientalis*.

123. In Ledebour's *Flora rossica* zähle ich unter 1446 Gefässpflanzen aus der Kirgisensteppe (*Sibiria uralensis* bei Ledeb.) 96 Chenopodeen, also 6,6 Procent; in dem Verzeichniss mongolischer Pflanzen bei Maximowicz (*Fl. amur.* p. 430. 479: *Mongolia chinensis et daurica*) beträgt die Zahl der Chenopodeen nach dessen Berechnung 6,9 Procent. Ich selbst besitze aus dem kaspischen Depressionsgebiete 63 endemische oder wenig über dessen Grenzen hinausreichende Chenopodeen, was sogar 9 Procent ergiebt. In meiner Sammlung von Pflanzen des ganzen Steppengebiets sind nur 3 bis 4 Procent Chenopodeen enthalten, was auf einer Abnahme der Familie in südlicher Richtung beruht, wovon jedoch Khorasan vielleicht eine Ausnahme macht.

124. Buhse, Aufzählung der auf einer Reise durch Transkaukasien und Persien gesammelten Pflanzen, S. XIX: als ausgezeichnete Bäume dieser Wälder werden hier genannt *Parrotia persica, Albizzia Julibrissin, Gleditschia caspica* und *Pterocarya caucasica*, von denen nur die letztere den Kur bis zu dem kachetischen Abhange des Kaukasus überschreitet. Diesen Bäumen sind von Bunge (Peterm. Mitth. f. 1860. S. 205), der Albizzia in Masenderan nicht wild sah, *Quercus castaneifolia* und *macranthera, Planera Richardi*, Ahorn, Buchen und einige andere hinzugefügt. Nach der dem Werke beigegebene Karte erstreckt sich der Wald an der kaspischen Küste von der Mündung der Astara ($38^1/_2^0$ N. B.) fast ununterbrochen bis über Asterabad hinaus, und die Nordseite des Elborus soll nach Bunge bis zum Niveau von 8000′ bewaldet sein: aber schon bei 3000′ hören mehrere der charakteristischen Bäume auf, am höchsten steigt *Carpinus orientalis*.

125. Die 9 monotypischen Cruciferen Persiens, welche ich verglichen habe, sind: *Clastopus, Alyssopsis, Brossardia, Chalcanthus, Buchingera, Fortuynia* (eine Art in Afghanistan); sodann die drei alpinen Gattungen *Graellsia, Didymophysa* und *Zerdana*.

126. Reihe der vorherrschenden Familien. In meiner Pflanzensammlung aus dem Steppengebiet vertheilen sich die artenreichsten Familien in folgender Reihe: Synanthereen (16—17 Procent), Leguminosen (13—14), Cruciferen (10), Labiaten (8), Caryophylleen (7—8), Borragineen (4), Gramineen (3—4), Chenopodeen (3—4), Umbelliferen (3—4), Scrophularineen (3), Liliaceen (2—3). Diese Verhältnisszahlen weichen von denen der spanischen Flora hauptsächlich durch die Zunahme der Chenopodeen und Borragineen, durch die Verminderung der Scrophularineen und durch den fast völligen Mangel der Cistineen ab. Die artenreichsten Gattungen meines Katalogs sind: *Astragalus* (328), *Silene* (88), *Centaurea* (73) und *Artemisia* (46).

Aus den einzelnen Abschnitten des Gebiets habe ich die Verhältnisszahlen nur in den Fällen zu bestimmen gesucht, wo die Materialien einigermaassen zu genügen schienen.

Kaspisches Depressionsgebiet. Unter 530 Arten waren Leguminosen 19 Procent, Synanthereen 15—16, Chenopodeen 9, Cruciferen 7, Borragineen 6, Gra-

mineen 5, Caryophylleen 4, Liliaceen 4, Umbelliferen 3, Labiaten 2, Scrophularineen 2. Aus diesen Ziffern ergiebt sich eine Zunahme der Chenopodeen und Leguminosen (Astragaleen), eine Verminderung der Caryophylleen und Labiaten.

Anatolien (unsicher wegen der Vermischung mit Mediterranpflanzen): Von 900 Arten waren Synanthereen 14 Procent, Labiaten 11—12, Leguminosen 9—10, Cruciferen 9, Caryophylleen 8, Umbelliferen 7, Borragineen 5, Scrophularineen 4—5, Gramineen 3, Liliaceen 2, Chenopodeen $^1/_3$. Die Zunahme der Labiaten und Umbelliferen ist beträchtlich, die Verminderung der Leguminosen deutlich; Chenopodeen sind wohl zu unvollständig gesammelt, aber ihre bedeutende Abnahme ist zweifellos.

Armenien. Unter 350 Arten waren Leguminosen 15—16 Procent, Synanthereen 12—13, Cruciferen 11, Labiaten 8, Caryophylleen 8, Liliaceen 3—4, Borragineen 3, Scrophularineen 3, Umbelliferen 2, Gramineen 1, Chenopodeen 1. Hier ist eine Abnahme der Synanthereen und der Chenopodeen anzunehmen.

Persien. Unter 520 Arten waren Leguminosen 24 Procent, Synanthereen 12—13, Cruciferen 10, Caryophylleen 7, Labiaten 6—7, Borragineen 4, Umbelliferen 4, Scrophularineen 3, Gramineen 1—2, Liliaceen 1—2, Chenopodeen $^1/_2$. Die Verhältnisszahlen sind denen der armenischen Flora ähnlich, aber die Leguminosen durch die wachsende Menge der Astragaleen noch weit zahlreicher. Indessen sind die Ziffern für die Leguminosen, Caryophylleen und Cruciferen zu hoch, da die Sammlung durch Bunge's Mittheilungen aus diesen Familien unverhältnissmässig anwuchs. Bunge selbst (Peterm. Mitth. f. 1860. S. 226) giebt für die Flora von Korasan folgende Reihe nach den von ihm gesammelten Arten: 270 Synanthereen, 265 Leguminosen, 165 Cruciferen, 115 Labiaten, 105 Gramineen, 90 Caryophylleen, 85 Borragineen, 80 Chenopodeen, 75 Umbelliferen, 70 Scrophularineen, 50 Rosaceen, 45 Euphorbiaceen, 45 Liliaceen.

Gobi (nach Maximowicz, *Flora amurensis*, p. 430): Synanthereen (14,7 Procent), Leguminosen (11,7), Chenopodeen (6,9), Gramineen (6,3), Rosaceen (6,1), Ranunculaceen (4,6), Cruciferen (4,3), Scrophularineen (3,4), Liliaceen (2,8), Labiaten (2,8), Umbelliferen (2,6), Caryophylleen (2,6), Borragineen (2,2). Diese Verhältnisszahlen weichen viel mehr ab als die übrigen unter einander, aber sind in sofern mit denselben nicht unmittelbar vergleichbar, als hier sämmtliche in der mongolischen und daurischen Gobi gefundene Gefässpflanzen, in den aus meiner Sammlung geschöpften Ziffern möglichst nur die endemischen Arten gezählt wurden. Indessen ist doch sicher anzunehmen, dass in der Gobi die Cruciferen, Labiaten und Caryophylleen sich vermindern, die Rosaceen, Chenopodeen und Ranunculaceen vermehrt sind. In den Chenopodeen gleicht die Gobiflora der kaspischen Steppe, in den Rosaceen spricht sich die geographische Annäherung an China und Japan aus. Eine Eigenthümlichkeit besteht endlich auch darin, dass die Astragaleen hier weniger durch *Astragalus* als durch die verwandte Gattung *Oxytropis* vertreten sind.

127. Beispiele von Steppenpflanzen, die über Ungarn bis Wien und Mähren verbreitet sind: *Silene multiflora, Gypsophila paniculata; Euclidium syriacum, Conringia austriaca, Crambe Tartaria; Onosma arenarium; Salvia austriaca; Artemisia austriaca; Corispermum nitidum.*

128. Beispiele von Verbindungen der Mediterran- und Steppenflora:

1) Allgemein verbreitete Mediterranpflanzen, die in Transkaukasien, Mesopotamien, Südpersien und Afghanistan wiederkehren.

Holzgewächse: *Zizyphus vulgaris* (Transkaukasien, Himalaja), *Paliurus aculeatus* (Transkaukasien, Talüsch); *Vitex agnus castus* (Transkaukasien, Afghanistan); *Ficus Carica* (Transkaukasien).

Bis Afghanistan und Indien: *Astragalus hamosus; Sisymbrium Columnae; Nigella sativa.*

Bis Südpersien: *Andrachne telephioides; Carrichtera Vellae, Calepina Corvini; Roemeria hybrida; Ammi majus; Hedypnois polymorpha.*

Bis Mesopotamien: *Hypecoum procumbens; Leontice Leontopodium; Ammi Visnaga; Pulicaria arabica.*

Bis Transkaukasien: *Hypecoum grandiflorum; Garidella Nigellastrum* (auch Nordpersien); *Plumbago europaea* (auch Armenien).

Weit geringer ist die Zahl der Mediterranpflanzen, deren Wohngebiet auch die Steppen mit kalten Wintern umfasst, und deren Stammland zweifelhaft bleibt. Von diesen gehen bis Südrussland: *Frankenia laevis, Paeonia tenuifolia;* bis zur Songarei: *Tribulus terrestris, Ziziphora capitata, Cynanchum acutum, Artemisia gallica;* bis Tibet: *Salsola Soda.*

2) Steppenpflanzen, welche die östlichen Halbinseln des Mittelmeers erreichen. Die Mehrzahl bewohnt nur die südlichen Tafelländer, einige indessen auch den nördlichen Theil des Steppengebiets.

Songarei bis Griechenland: *Alhagi camelorum; Frankenia hirsuta; Elaeagnus orientalis.*

Songarei bis Illyrien: *Apocynum venetum;* bis Dalmatien: *Artemisia procera;* bis Macedonien: *Nepeta violacea;* bis Thracien: *Tournefortia Arguzia.*

Tibet bis Bulgarien: *Echinospermum barbatum.*

Südrussland und Anatolien bis Griechenland: *Convolvulus Scammonia; Allium guttatum; Briza spicata.*

Afghanistan bis Griechenland: *Petrosimonia brachiata.*

Persien bis Griechenland: *Datisca cannabina* (Kreta); *Bryonia cretica* (Kreta); *Alyssum micropetalum; Bupleurum Sibthorpianum; Cyclamen persicum; Scorzonera suberosa; Morina persica.*

Mesopotamien bis Griechenland: *Erucaria aleppica; Artedia squamata; Phelipaea aegyptiaca; Kentrophyllon leucocaulon.*

3) Dem anatolischen Tafellande und Griechenland gemeinsam: *Astragalus angustifolius; Johrenia dichotoma; Phlomis samia, Lamium veronicifolium; Anthemis pectinata* und *absinthifolia; Acantholimon androsaceum; Cornucopiae cucullatum.* Bei vielen anderen Arten ist es ungewiss, ob sie nicht bloss auf die mediterrane Küste oder die Gebirgsregionen Anatoliens eingeschränkt sind.

129. Beispiele von Sahara-Pflanzen, die in das Steppengebiet eintreten.

Bis Syrien: *Nitraria tridentata; Zizyphus spina Christi; Ochradenus baccatus; Calotropis procera* (aus Sudan); *Artemisia judaica.*

Bis Mesopotamien: *Haplophyllum tuberculatum; Polycarpaea prostrata; Anchusa hispida* und *strigosa, Alkanna hirsutissima; Pulicaria desertorum, Gymnarrhena micrantha.*

Bis Persien: *Andrachne aspera; Tamarix articulata; Sclerocephalus arabicus, Pteranthus echinatus* (auch Syrien); *Paronychia arabica* (auch Syrien); *Reseda arabica; Anastatica hierochuntica* (auch Syrien); *Farsetia linearis, Koniga libyca, Malcolmia*

pygmaea, Diplotaxis Parra, Savignya aegyptiaca; Onosma echinatum; Calligonum comosum (auch Syrien); *Salsola foetida.*

Bis Afghanistan: *Fagonia Bruguieri, Tribulus bimucronatus; Tamarix mannifera* (auch Syrien); *Farsetia aegyptiaca, Sinapis juncea; Aerva javanica; Echinopsilon eriophorum* (auch Mesopotamien).

Bis Beludschistan: *Gymnocarpon decandrum* (auch Persien); *Sisymbrium Schimperi.*

Bis Anatolien: *Halogeton spinosissimus.*

Bis Transkaukasien: *Minuartia montana; Hohenackeria bupleurifolia.*

Bis zur Songarei: *Koelpinia linearis, Kalidium arabicum, Atriplex dimorphostegium; Populus euphratica.*

130. Beispiele von tropischen Gattungen Indiens, die sich bis Afghanistan verbreiten: *Caesalpinia, Dalbergia Sissoo, Indigofera; Dodonaea; Trianthema; Tournefortia; Berthelotia; Cupressus torulosa.*

V. Chinesisch-japanisches Gebiet.

1. Dove, die Verbreitung der Wärme. Tafel der Monatsisothermen: die Juliisotherme 24° liegt im Nordwesten Hinterindiens am Wendekreis; im mittleren China beträgt dieser Temperaturwerth 22°, im nördlichen nur 20°. Dagegen findet Dove (klimatologische Beiträge, 1. S. 96) dass der Luftdruck zu Peking im Juli 9‴ unter das Jahresmittel herabsinkt, und dass diese Abnahme in südwestlicher Richtung (bis Ceylon) allmälig immer kleiner wird.

2. *Hepburn* (bei *Fortune, Yedo and Peking*, p. 266). Die Regenzeit von Jeddo (36° N. B.) umfasst die Monate Mai und Juni, die Niederschläge erinnerten Fortune von der Mitte des Mai bis Ende oder Mitte Juni an die Regengüsse des südlichen Himalaja. Von den übrigen Monaten sind August und September nebst denen des Winters am trockensten: der jährliche Niederschlag beträgt etwa 72″, wovon beinahe die Hälfte auf Mai und Juni kommt. An der chinesischen Küste fand Fortune die Regenperiode nicht so scharf ausgesprochen, als in Japan. Allein auf der Reise Blakiston's (Note 3) den Yangtsekiang aufwärts, fast bis zum Fusse des centralasiatischen Tafellandes, wurde ebenfalls eine intensive Regenperiode von Anfang Mai bis zu den ersten Tagen des Juni beobachtet. Auch in Canton (23° N. B.) fallen die stärksten Niederschläge (gegen 30″) im Mai und Juni (Dove, klimatologische Beiträge, 1. S. 102): aber hier findet sich ein zweites Regenmaximum im September, was Dove (das. S. 99) als eine unerklärte Erscheinung bezeichnet, deren Ursache indessen wohl mit dem herbstlichen Monsunwechsel in Verbindung stehen dürfte, wenn kältere Nordostwinde mit dem Südwest sich zu mischen anfangen. Im nördlichen China scheinen bestimmt abgegrenzte Regenperioden den 40. Breitegrad nicht ganz zu erreichen: Fortune fand in Tien-tsin am Peiho den August feuchter als den Mai und Juni (a. a. O. p. 335), Peking liegt in der Zone der fast über alle Monate vertheilten, im Sommer verstärkten Niederschläge höherer Breiten (Dove, a. a. O. S. 102).

3. *Blakiston, five months on the Yang-Tsze*, p. 234. Die Wärme stieg schon zu Anfang Mai über 20°, und nun folgte bald dauerndes Regenwetter, in dem meteo-

rologischen Journal werden namentlich starke Niederschläge in den ersten Tagen des Juni bemerkt. Diese Niederschläge sind die Ursache der ungemein grossen Anschwellungen des Yangtsekiang, die zu Hankeu (einer der drei grossen verbundenen Centralstädte, nebst Utschangfu dem Hauptemporium des chinesischen Binnenhandels) gewöhnlich 20, in gewissen Jahren über 30, selbst bei Nanking noch 12 Fuss betragen (p. 294) und das Stromthal unter Wasser setzen. Blakiston beobachtete selbst das Ansteigen des Stroms in Hankeu bis zu 33′, im vorhergehenden Jahre hatte eine Fluth von 50′ stattgefunden. Oberhalb Hankeu maass B. die Wassermasse des Yangtsekiang, er fand am 1. April 466000 Cubikfuss in der Sekunde, im Juni 675800 Cf., dies sei doppelt so viel als der Nil enthalte und mehr als der Ganges, an der Mündung könne man eine Million Cf. rechnen. Aber die Länge des Nils ist ohne Zweifel bedeutender, die des Yangtsekiang kann auf 800 g. Meilen geschätzt werden.

4. Schätzt man die Regenmenge in den Ebenen Westeuropas nach Maassgabe von Berlin (20″: Dove, klimatol. Beitr. 1. S. 177), London (19″: S. 128) und Bordeaux (24″: S. 165) auf 20 bis 25 Zoll, so ergeben die bisherigen, wenn auch erst spärlichen Messungen aus China und Japan das Dreifache und umfassen weit grössere Breitenunterschiede (Canton 76″: das. S. 102; Jeddo 72″: Note 2). Dies sind sogar noch etwas höhere Werthe als in Calcutta (66″. Dove a. a. O. S. 101). Erst in Peking kommt die Regenmenge der europäischen gleich (23″: das. S. 102). Die angeführten lokalen, aber nicht periodischen Regenmaxima in Europa erreichen oder übersteigen die ostasiatischen in Cumberland und Westmoreland (32″ bis 185″: das. S. 135), in Bergen (83″: S. 137), in Tolmezzo im Friaul (90″: S. 119); in Coimbra sind die Niederschläge hauptsächlich auf den Herbst und Frühling beschränkt (111″: das. S. 114).

5. Dove, a. a. O. S. 83.

6. *Grisebach*, *Gramina rossica*, p. 74 (*Ledebour*, *Flora rossica*, 4): *Arundinaria Kurilensis*, eine strauchförmige, gewöhnlich zu den Bambuseen gestellte, jedoch näher mit *Arundo* verwandte Graminee, wächst auf der Insel Urup (46° N. B.).

7. *Bentham*, *Flora hongkongensis*. *Preface*, p. 14. Unter etwa 1000 Gefässpflanzen auf Hongkong zählt der Verf. (p 17) fast 650 indische, nicht ganz 200 chinesische: über 150 sind bis jetzt endemisch. Aus dieser Untersuchung entnehme ich das Motiv, den Wendekreis als vorläufige Südgrenze des chinesischen Florengebiets anzunehmen. Das Verhältniss der Holzgewächse zu den nicht holzigen ergiebt nach Bentham 320 :680.

8. (S. 470). Temperaturunterschiede der kältesten und wärmsten Monate.

Canton (23° N. B.)	Januar 9°	Juli 23°	Unterschied: 14°	(Dove, Temperaturtaf. S. 42).
Chusan (30° N. B.)	- 4°	(Sept. 22°)		(das.)
Shanghai (31° N. B.)	Minima im Dec. u. Jan. 0° bis —3,5°	Maxima im Juli u. Aug. 30°		(*Lockhart* bei *Fortune*, *two visits to the tea countries*, 1. p. 212).
Jeddo (36° N. B.)	Januar — 1°	Juli u. Aug. 19°	- : 20°	(*Hepburn* bei *Fortune*, *Yedo*, p. 266).
Peking (40° N. B.)	Januar —3°	Juli u. Aug. 21°	- : 24°	(Dove a. a. O. S. 44).

Von dem excessiven Klima Pekings giebt indessen die Temperatur des kältesten und wärmsten Monats keine hinreichende Vorstellung. Man muss hinzufügen, dass das Thermometer drei Monate hindurch unter dem Gefrierpunkte steht (Wintertemperatur: — 2°), und dass das Temperaturminimum beinahe zu den kontinentalen Werthen der

Gobi herabsinken kann. Schon zu Tien-tsin, in der Nähe der Küste des Golfs von Petscheli, wird im Winter eine Kälte von — 20° beobachtet, im Sommer kommen nicht selten Temperaturen von 30—34° vor (Werner, die preussische Expedition nach China, 2. S. 184). Der Unterschied des Klimas von Peking und Jeddo ist also viel bedeutender, als man aus den Mitteltemperaturen des Januar und Juli schliessen sollte.

8. (S. 472). F. Schmidt, Reisen im Amurlande und auf der Insel Sachalin (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* Vol. 12. 2. 1868).

9. Zuccarini, Notizen über die Flora von Japan (Münchener gelehrte Anzeigen f. 1844. S. 470: Jahresbericht f. 1844. S. 40).

10. Miquel, de Verwantschap der Flora van Japan met Azie en Noord-Amerika (Verslagen der k. Akademie van Wetenschappen. II. 2. 1868. S. 69. 72).

11. In Asa Gray's *Botany of the Northern United States* finde ich, dass das Verhältniss der Holzgewächse zu den übrigen kaum 1 : 6 erreicht, und diesen entsprechen ungefähr die Waldgebiete höherer Breiten des östlichen Asiens (Daurien 1 : 7,7; Amurland 1 : 5,9).

12. Meyen, Pflanzengeographie, S. 156.

13. Von Miquel (*Prolusio Florae japonicae*, p. 389) werden sogar 69 japanische Coniferen aufgezählt, die sich in 16 Gattungen vertheilen, von denen indessen fast die Hälfte der Arten mit anderen zu vereinigen oder doch von zweifelhafter Selbständigkeit sind. Ich zähle 36 sicher unterschiedene japanische Arten, von denen 12 auch in China nachgewiesen sind: hiezu kommen noch 5 chinesische Coniferen, die in Japan noch nicht beobachtet wurden. Die monotypischen Gattungen in Japan sind *Sciadopitys* und *Thujopsis*, Japan und China gemeinsam *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Biota* und *Gingko;* nur aus China bekannt ist *Glyptostrobus*.

14. *Fortune, Yedo and Peking*, Tafeln zu p. 47 u. 378.

15. *Maximowicz, Flora amurensis*, p. 399.

16. Schmidt, a. a. O. (Note 8) S. 85. 92. 75.

17. *Huc, souvenirs d'un voyage dans la Tartarie*, 1. p 24. 5.

18. *Bentham*, a. a. O. p. 315.

19. *Fortune, two visits to the tea-countries.* Nach der beigefügten Karte der Theedistrikte reicht diese Kultur in China nordwärts bis 38° N. B., in Japan bis 39°. Der Tagelohn der Arbeiter beträgt in den chinesischen Theeplantagen nur 2—3 Pence (1. p. 245).

20. Die Mittelwärme des Brahmaputrathals in Assam beträgt nach Schlagintweit 19° (Reisen in Indien, 1. S. 480); die Januartemperatur in Gohatti 14°, die des Juli 23° (*Results of a scientific mission to India*, 4. p. 173). Die chinesische Küste wird unter 30° N. B. von der Isotherme 15° geschnitten (Dove, Verbreitung der Wärme, Taf. 5): über die thermischen Werthe für die Jahrszeiten in Chusan und Shanghai s. Note 8.

21. In Nordamerika erreicht die Regenmenge nirgends die des chinesischen Monsunklimas: am nächsten kommen die Staaten Alabama (Mobile mit 63″: Dove, klimatol. Beiträge, 1. S. 151) und Missippi (Natches mit 55″ Regen).

22. Schlagintweit, Reisen in Indien und Hochasien, 1. S. 445.

23. *Huc, l'empire chinois:* deutsche Ausgabe, 2. S. 76.

24. v. Brandt, die Insel Jezo (Zeitschr. der Ges. für Erdkunde, 1866. 1. S. 401). Miquel giebt von immergrünen Magnoliaceen auf Jeso *Trochodendron* an (*Prolusio Fl.*

japon. p. 146); *Calanthe discolor* wurde von Wright bei Hakodade gesammelt (das. p. 136).

25. Cantor (*Ann. nat. hist.* 9. p. 265: Jahresbericht f. 1842. S. 401); *Bentham, Flora hongkong.* p. 460.

26. Die hier vorkommenden Angaben über den Himalaja sind in dem Abschnitt über das indische Monsungebiet nachgewiesen.

27. Die Cycadee auf Kiusiu ist *Cycas revoluta* (Miquel, a. a. O. p. 329).

28. Die im südlichen China als einheimisch nachgewiesenen Palmen sind entweder Zwergpalmen (mehrere Arten von *Rhapis*, auf Hongkong ein *Phoenix*), oder von mässiger Stammhöhe: *Livistona chinensis* von mittlerem Wuchs scheint die grösste zu sein; *Chamaerops excelsa* wird nur 8—12′ hoch angegeben und würde also die Stamm bildende Abart der südeuropäischen Zwergpalme nur wenig übertreffen, kommt aber, nach Fortune's Schilderung zu urtheilen, wahrscheinlich auch mit höheren Stämmen vor. Rotangpalmen sind nur in Hongkong erwähnt.

29. *Fortune, a residence among the Chinese*, p. 189.

30. *Fortune, Yedo and Peking*, p. 55. 17.

31. *Fortune, two visits to the tea-countries*, 1. p. 103. 151. — 2. p. 175.

32. *Bowring, Chinese rice paper* (aus den *Transact. of the Royal Asiat. soc.*, abgedruckt in *Hooker's Journ. of Bot.* 5. p. 79: Jahresbericht f. 1852. S. 41).

33. *Huc, l'empire chinois*, a. a. O. 1. S. 166. — 2. S. 76. 188.

34. *Hinds, the regions of vegetation* (in *Belcher, Voyage round the world*, 2. p. 427: Jahresbericht f. 1842. S. 403).

35. *Blakiston*, a. a. O. p. 147. 149. 237. Bei der Fahrt auf dem Yangtsekiang bis Szetschuan machte der Reisende folgende Beobachtungen über die Erntezeiten: in Quaichow standen Weizen und Gerste vor Mitte April in Aehren, Erbsen und Bohnen waren fast reif; am 7. Mai wurden in Chungking Weizen und Gerste geerntet, Reis und Mais zu derselben Zeit ausgepflanzt, ebenso Taback; Ende Mai war die Mohnernte beendet, welcher Kulturen von Zuckerrohr, Baumwolle und Mais unmittelbar folgten. — Bei *Fortune* (*visits to the tea-countries*, 1. p. 229) finden sich mehrere Angaben über die Perioden der Reiskultur: am Min (26° N. B.) erste Reisernte Ende Juni oder Anfang Juli, zweite im November, dann folgt noch ein anderes Winterkorn; bei Ningpo (30°) erstes Auspflanzen des Reis Mitte Mai zur Zeit des Monsunregens, Ernte Anfang August (also Vegetationsperiode kürzer als drei Monate), zweite Ernte (in den Zwischenräumen zwischen der ersten Frucht ausgepflanzt) Mitte November; bei Schanghai (31°) nur eine Reisernte, die Ende Mai gepflanzt, Anfang Oktober geerntet wird.

36. *Perry, expedition to the China seas*: Karte von Formosa zu p. 537; Werner, preussische Expedition, 2. S. 10.

37. *Alcock, the capital of the Tycoon*, 1. p. 395. 426. Die Messung des Fusiyama rührt von Robinson her (Peterm. Mitth. 1867. S. 118.). Die Schneebedeckung des Gipfels scheint 9 bis 10 Monate zu dauern: Alcock fand im September nur einige Schneeflecken.

38. *Rodigas* (in *Flore des serres*, 1861. p. 29). Die Höhen sind wahrscheinlich in englischen Fuss angegeben, aber nicht reducirt, weil ihre Bestimmung offenbar nur als angenähert gelten kann.

39. Verzeichniss der endemischen Gattungen Japan's (nach Miquel, Verwantschap der Flora van Japan, S. 73, mit Weglassung 5 durch Bentham und Hooker

reducirter oder zweifelhafter und Hinzufügung 2 ausgelassener Gattungen): 2 Ranunculaceen: *Glaucidium* und *Anemonopsis;* die Berberidee *Aceranthus;* die Calycanthee *Chimonanthus;* die den Magnoliaceen verwandten *Trochodendron* und (?) *Cercidiphyllum;* die Papaveracee *Pteridophyllum;* die Tiliacee *Corchoropsis;* die Sapindacee *Euscaphis;* die Rutacee *Skimmia;* die Juglandee *Platycarya;* 2 Rosaceen: *Stephanandra* und *Rhodotypus;* 4 Saxifrageen: *Rodgersia, Schizophragma, Platycrater* und *Cardiandra;* 2 Mutisiaceen: *Pertya* und *Diaspananthus;* die Ericee *Tripetaleia;* die Styracee *Pterostyrax;* die Primulacee *Stimpsonia;* 3 Labiaten: *Keiskea, Chelonopsis* und *Orthodon;* die Scrophularinee *Paulownia;* die Orobanchee *Phacellanthus;* die Gesneriacee *Conandron;* die Polemoniacee *Schizocodon;* die Myoporinee *Pentacoelium;* 2 Coniferen: *Thujopsis* und *Sciadopitys;* 3 Liliaceen: *Rhodea, Helionopsis* und *Sugerokia.*

40. Artenreichste Gattungen der japanischen Flora (nach Miquel's *Prolusio*): *Carex* (56), *Polygonum* (27), *Asplenium* (27), *Aspidium* (21), *Pinus* (20), *Lilium* (19), *Hydrangea* (15), *Rubus* (15), *Cyperus* (15), *Ilex* (13), *Acer* (13), *Veronica* (13), *Prunus* (12), *Viburnum* (12), *Lysimachia* (12), *Rhododendron* (12). Man erkennt, dass die meisten dieser Gattungen von weiter Verbreitung sind.

41. In Miquel's *Prolusio* zähle ich 2283 Arten in 923 Gattungen; in Garcke's Flora von Norddeutschland aus dem Jahre 1867: 2207 Arten in 685 Gattungen.

42. Jahresbericht f. 1846. S. 60.

43. *De Candolle, géographie botanique,* p. 1287.

44. Von 26 vorherrschend tropischen Familien, die in Japan vertreten sind, aber mit Ausnahme der Laurineen, Ternstroemiaceen und Magnoliaceen meist nur wenige Arten enthalten, reichen:

nach Südeuropa und Nordamerika (die beigefügten Ziffern beziehen sich auf die Artenzahl in Miquel's *Prolusio Florae japonicae*): Capparideen (1), Terebinthaceen (7), Myrtaceen (3), Acanthaceen (5), Laurineen (26) und Palmen (5);

nach Nordamerika: Magnoliaceen (13), Menispermeen (5), Ternstroemiaceen (21), Meliaceen (3), Melastomaceen (3), Ebenaceen (2), Sapoteen (1), Bignoniaceen (3), Commelyneen (4), Scitamineen (6);

nur nach Japan und China: Bixineen (2), Sterculiaceen (2), Aurantiaceen (5), Simarubeen (1), Olacineen (1), Begoniaceen (1), Myrsineen (8), Piperaceen (7), Cycadeen (1), Musaceen (1).

45. *Bentham* und *Hooker, genera plantarum,* p. 954; vergl. *Seemann, Journ. of Bot.* 3. p. 150; *Eichler* (*Regensb. Fl.* 1864. S. 449, 1865. S. 12).

46. Das Areal des chinesisch-japanischen Florengebiets kann etwa auf 90000 g. Quadratmeilen geschätzt werden (China 70000, Korea 4000, Japan 7000, nebst einem Theil der Mandschurei). Die Schätzung des Pflanzenreichthums beruht auf einem mittleren Verhältniss zwischen Süd- und Nordeuropa (eine Art auf 15 Quadratmeilen = 6000).

47. Reihenfolge der grössten Familien der japanischen Flora (nach Miquel's *Prolusio*): Synantherеen (6 Procent), Gramineen (5—6), Farne (5), Cyperaceen (4—5), Rosaceen (4), Liliaceen (3—4), Leguminosen (3—4), Coniferen (3), Ranunculaceen (fast 3), Labiaten (2—3), Ericeen (2—3), Orchideen (2—3).

48. *Asa Gray, observations upon the relations of the Japanese Flora to that of North America* (*Memoirs of American Acad. New Series.* 6. p. 424).

49. *Lesquereux* bei *Asa Gray* (a. a. O. p. 446).

50. Die 81 von Miquel (Verwantschap der Flora van Japan, S. 81) verzeichneten Arten, welche zugleich in Japan und Nordamerika wachsen, zerfallen in folgende Kategorieen:

1) 41 im Westen Nordamerikas nachgewiesene: zu denjenigen, bei welchen Miquel dies bereits bemerkt hat, sind hinzuzufügen *Brasenia peltata*, *Cornus canadensis*, *Rumex persicarioides*, *Erythronium grandiflorum*.

2) 17 unrichtig identificirte oder zweifelhafte sind auszuschliessen: meist sind sie schon von Miquel als zweifelhaft bezeichnet. Als endemische Arten Japans sind namentlich hervorzuheben: *Fagus Sieboldi* (*F. sylvatica* bei Miquel: nach Oldham's Exemplaren finde ich sie von unserer Buche bestimmt verschieden) und *Torreya nucifera* (nach Parlatore von den nordamerikanischen Arten zu trennen). Ferner sind *Diphylleia cymosa Miq.* = *D. Grayi* (nach Schmidt's Flora von Sachalin), *Pyrola incarnata* = *P. rotundifolia*; *Menziesia globularis* ist von Miquel in der *Prolusio* cassirt, u. s. w.

3) Die 21 kanadischen Pflanzen Japans bei Miquel sind: *Vitis Labrusca*, *Amelanchier canadensis var.*, *Sorbus americana*, *Lespedeza hirta*, *Viburnum lantanoides*, *Chiogenes hispidula*, *Betula lenta*; ferner *Elodea virginiana*, *Cryptotaenia canadensis*, *Aralia quinquefolia*, *Viola Selkirkii*, *Caulophyllum thalictroides*, *Pyrola asarifolia*, *Monotropa uniflora*, *Liparis liliifolia*, *Pogonia ophioglossoides*, *Trillium erectum var.*, *Polygonatum giganteum*, *Onoclea sensibilis*, *Osmunda cinnamomea*, *Lycopodium lucidulum*.

4) Die beiden einzigen (im Texte erwähnten) Pflanzen, die ausser Japan nur in den östlichen Vereinigten Staaten beobachtet wurden: *Elodea petiolata* und *Carex rostrata*.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

DIE VEGETATIONS-GEBIETE DER ERDE.

Von Prof. Dr A. Grisebach.

Maassstab im Äquator 1:135 000 000

Arktische Flora

Waldgebiet des westl. Kontinents

N. AMERIKA

Kalifornisches Gebiet

Prairiengebiet

Mexikanisches Gebiet

Westindien

Tropisch-subtropisches Südamerika

Tropische Anden

Brasilianisches Gebiet

Chilenisches Übergangsgebiet

Pampas

Antarktisches Waldgebiet

Indisches Monsun-G.

Oceanische Inseln

Arktische Flora

Waldgebiet des östlichen Kontinents

EUROPA

ASIEN

Mittelmeergebiet

Steppengebiet

Chinesisch-japanes. Gebiet

Sahara

Arabien

Indisches Monsun-Gebiet

Ostindien

AFRIKA

Sudan

Kalahari

Kapland

Oceanische Inseln

Australien

Oceanische Inseln

Gotha: Justus Perthes.

Bot
G.

Griseback, a
Vegetatio
Vol 1.

DATE	NAME OF BO
24-4-56	D Erskine G

Biological
& Medical